

**EKSPLORASI JAMUR ENDOFIT DAN KHAMIR PADA TANAMAN  
PADI SERTA UJI POTENSI ANTAGONISMENYA TERHADAP  
JAMUR *Pyricularia* sp. PENYEBAB PENYAKIT BLAS**

**Oleh  
HERNI MULYASARI**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
MALANG**

**2018**

**EKSPLORASI JAMUR ENDOFIT DAN KHAMIR PADA TANAMAN  
PADI SERTA UJI POTENSI ANTAGONISMENYA TERHADAP  
JAMUR *Pyricularia* sp. PENYEBAB PENYAKIT BLAS**

**OLEH  
HERNI MULYASARI**

**145040201111247**

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI  
MINAT PERLINDUNGAN TANAMAN**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh  
Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN  
MALANG  
2018**

## LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Eksplorasi Jamur Endofit dan Khamir pada Tanaman Padi  
serta Uji Potensi Antagonismenya terhadap Jamur  
*Pyricularia* sp. Penyebab Penyakit Blas

Nama Mahasiswa : Herni Mulyasari

NIM : 145040201111247

Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping II,

Prof. Ir. Liliek Sulistyowati, Ph.D.  
NIP. 19551212 198003 2 003

Antok Wahyu Sektiono, SP.MP.  
NIK. 201304 841014 1 001

Diketahui,  
Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan

Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS.  
NIP. 19551018 198601 2 001

Tanggal Persetujuan:

## LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan  
**MAJELIS PENGUJI**

Penguji I,

Penguji II,

Dr. Ir. Retno Dyah Puspitarini, MS.  
NIP. 19580112 198203 2 002

Antok Wahyu Sektiono, SP., MP.  
NIK. 201304 841014 1 001

Penguji III,

Penguji IV,

Prof. Ir. Liliek Sulistyowati, Ph.D.  
NIP. 19551212 198003 2 003

Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS.  
NIP. 19550522 198103 1 006

**Tanggal Lulus:**

## PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.



Malang, Agustus 2018

Herni Mulyasari

## RINGKASAN

**Herni Mulyasari. 145040201111247. Eksplorasi Jamur Endofit dan Khamir pada Tanaman Padi serta Uji Potensi Antagonismenya terhadap Jamur *Pyricularia* sp. Penyebab Penyakit Blas. Dibawah bimbingan Prof. Ir. Liliek Sulistyowati, Ph.D sebagai dosen pembimbing utama dan Antok Wahyu Sektiono, SP., MP. sebagai dosen pembimbing pendamping.**

---

Padi (*Oryza sativa* Linnaeus) merupakan tanaman penting dan termasuk komoditas pangan utama di Indonesia. Salah satu penyakit yang dapat menurunkan produktivitas padi dan menimbulkan kerugian besar yaitu penyakit Blas yang disebabkan oleh jamur *Pyricularia* sp. Pengendalian secara biologis dilakukan untuk menekan jamur *Pyricularia* sp. dengan menggunakan agen hayati seperti jamur endofit dan khamir yang memiliki potensi antagonis. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji jamur endofit dan khamir yang terdapat pada jaringan batang dan daun tanaman padi serta potensinya dalam menghambat pertumbuhan jamur *Pyricularia* sp. penyebab penyakit Blas pada tanaman padi.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang pada bulan Januari sampai Juni 2018. Bahan penelitian yang digunakan adalah tanaman padi bergejala Blas yang diperoleh dari lahan sawah di Desa Joho, Kecamatan Sale, Kabupaten Rembang serta daun dan batang tanaman padi sehat yang diperoleh dari lahan sawah di Desa Karangsono, Kecamatan Lowokwaru, Kabupaten Malang dan di Desa Ngijo, Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang. Kegiatan penelitian ini terdiri dari isolasi jamur patogen *Pyricularia* sp. dari tanaman padi yang bergejala Blas, isolasi jamur endofit dan khamir dari batang dan daun tanaman padi sehat, serta pengujian potensi antagonisme jamur endofit dan khamir dalam menekan pertumbuhan jamur *Pyricularia* sp. Isolat jamur endofit dan khamir yang ditemukan diidentifikasi hingga tingkat genus. Dari hasil isolasi jamur endofit diperoleh 10 isolat yaitu *Aspergillus niger*, *Nigrospora* sp.1, *Nigrospora* sp.2, *Nigrospora* sp.3, *Fusarium* sp., *Cladosporium* sp., *Asteromyces* sp., dan 3 jamur yang tidak teridentifikasi yaitu jamur EP5, EP6 dan EP7. Berdasarkan hasil isolasi khamir diperoleh 3 isolat yaitu *Candida* sp., *Pichia* sp., dan *Metschnikowia* sp. Isolat jamur endofit dan khamir selanjutnya diuji antagonis terhadap jamur *Pyricularia* sp. secara *in vitro*. Pengujian antagonis jamur endofit dengan cara menumbuhkan isolat jamur *Pyricularia* sp. dengan isolat jamur endofit secara berhadapan pada media PDA dengan jarak 3 cm pada cawan Petri sedangkan kontrol menggunakan jamur *Pyricularia* sp. tanpa diinokulasi jamur endofit. Pengujian antagonis khamir dengan cara menggoreskan khamir pada media PDA tepat ditengah cawan Petri dengan posisi tegak lurus sebanyak 1 lup jarum ose, kemudian miselium jamur *Pyricularia* sp. diambil dengan *cork borer* dan diletakkan pada sisi kanan dan kiri goresan khamir dengan jarak 3 cm, sedangkan kontrol menggunakan miselium *Pyricularia* sp. tanpa perlakuan khamir. Isolat yang diujikan kemudian diinkubasi pada suhu ruang dan diamati selama 7 hari dengan mengukur daya hambat antara jamur endofit dan khamir terhadap jamur *Pyricularia* sp. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap dengan 12 perlakuan dan diulang 3 kali pada uji antagonis jamur endofit, sedangkan pada uji antagonis khamir dengan 4 perlakuan dan diulang 3 kali.

Berdasarkan hasil penelitian jamur endofit yang berpotensi untuk menekan pertumbuhan jamur patogen *Pyricularia* sp. yaitu *Aspergillus niger* 57,3% dan *Nigrospora* sp.3 55,5%. Pada uji antagonis khamir, yang paling berpotensi untuk mengendalikan jamur patogen *Pyricularia* sp. adalah *Candida* sp. yaitu 22%.



## SUMMARY

**Herni Mulyasari. 145040201111247. Exploration of Endophytic Fungus and Yeasts in Rice Plant and Potential Antagonism Test against *Pyricularia* sp. as The Cause of Blas Diseases. Supervised by Prof. Ir. Liliek Sulistyowati, Ph.D and Antok Wahyu Sektiono, SP., MP.**

Rice (*Oryza sativa* Linnaeus) is an important plant it includes in the main food commodity in Indonesia. One of the disease which can decrease the productivity of rice and inflicting large loss is a Blas disease caused by fungi, *Pyricularia* sp. The biological control was carried out to suppress *Pyricularia* sp. as the cause of Blas disease. Fungus and yeasts are used as biological control agents which has antagonistic potential. The aim of this research was to study endophytic fungus and yeasts that found in the stem and leaf tissue of rice plants and inhibition ability of the growth of *Pyricularia* sp. as the cause of Blas disease in rice plant.

This research was conducted in the Plant Disease Laboratory, Department of Pest and Disease, Faculty of Agriculture, University of Brawijaya, Malang, from January until July 2018. Research materials were used include Blas symptomatic rice plants obtained from the rice field in Joho Village, Sale District, Rembang Regency, healthy rice plants obtained from rice field in Karangsono Village, Lowokwaru District, Malang Regency and Ngijo Village, Karangploso District, Malang Regency. This research consisted of isolation of pathogenic fungi *Pyricularia* sp. from Blas symptomatic rice plants, isolation of endophytic fungi and yeast from the stems and leaves of healthy rice plants, and antagonistic test of endophytic fungi and yeast in suppressing the growth of the fungi *Pyricularia* sp. Endophytic fungi and yeast isolates were identified to genus level. Isolation of endophytic fungus obtained 10 isolates i.e *Aspergillus niger*, *Nigrospora* sp. 1, *Nigrospora* sp.2, *Nigrospora* sp.3, *Fusarium* sp., *Cladosporium* sp., *Asteromyces* sp., and 3 unidentified fungus i.e EP5, EP6 and EP7. Yeast isolation obtained 3 isolates i.e *Candida* sp., *Pichia* sp., and *Metschnikowia* sp. Endophytic fungus and yeasts isolates were tested against *Pyricularia* sp. in vitro. The test conducted by growing the isolates of *Pyricularia* sp. and endophytic fungus face to face on PDA medium with a distance of 3 cms in Petri dish, control treatment was using *Pyricularia* sp. without being inoculated with endophytic fungi. Yeast antagonistic test conducted by scraping yeast isolate on PDA medium right in the middle of Petri dish with upright position of 1 loop Ose needle then mycelium of *Pyricularia* sp. was taken with cork borer and placed on the right and left side of the yeast scratched with a distance of 3 cms, control treatment was the same without yeast isolate. The treatment was then incubated at room temperature and observed for 7 days by measuring the inhibition ability between endophytic fungi and yeast against pathogenic fungi *Pyricularia* sp. Completely randomized design was used with 12 treatments and repeated 3 times in the endophytic fungi antagonistic test, while in the yeast antagonistic test were done with 4 treatments and repeated 3 times.

Based on the results, endophytic fungus which have the potential ability to suppress the growth of pathogenic fungi *Pyricularia* sp. are *A. niger* 57.3% and *Nigrospora* sp.3 55.5%. The most potential yeast for controlling pathogenic fungi *Pyricularia* sp. is *Candida* sp. 22%.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Eksplorasi Jamur Endofit dan Khamir pada Tanaman Padi serta Uji Potensi Antagonismenya terhadap Jamur *Pyricularia* sp. Penyebab Penyakit Blas.

Skripsi ini penulis ajukan untuk memenuhi persyaratan untuk mendapatkan gelar strata satu (S1) Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Penulis menyampaikan terima kasih kepada Prof. Ir. Liliek Sulistyowati, Ph.D selaku dosen pembimbing utama dan Antok Wahyu Sektiono, SP., MP. selaku dosen pembimbing pendamping, Dr. Ir. Retno Dyah Puspitarini, MS. dan Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS. selaku dosen penguji, serta Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS. selaku Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya.

Penulis berharap semoga hasil penelitian ini dapat memberi manfaat bagi banyak pihak khususnya bagi penulis sendiri.

Malang, Agustus 2018

Penulis



## RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir di Kabupaten Rembang pada tanggal 17 Agustus 1996 dari pasangan Bapak Tambar dan Ibu Kumiya. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara.

Riwayat pendidikan penulis adalah taman kanak-kanak di TK Pertiwi Joho Kecamatan Sale Kabupaten Rembang dari tahun 2000 sampai dengan tahun 2002 dan melanjutkan pendidikan di SD Negeri Joho pada tahun 2002 sampai dengan tahun 2008. Pada tahun 2008 sampai 2011 penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 1 Sale, kemudian menempuh pendidikan di SMA Negeri 1 Sale pada tahun 2011 sampai dengan tahun 2014. Pada tahun 2014 penulis terdaftar sebagai mahasiswa strata satu (S1) Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya melalui Jalur SNMPTN (Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri).

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah aktif dalam kegiatan organisasi dan kepanitiaan diantaranya menjadi pengurus Forum Studi Islam Insan Kamil (Forsika) 2015 dan pernah mengikuti beberapa kepanitiaan Forsika dan Forum Komunikasi Agroekoteknologi (Forkano). Penulis pernah melakukan magang kerja selama dua bulan dari Juli hingga September 2017 di Balai Besar Karantina Pertanian Surabaya.

## DAFTAR ISI

<b>RINGKASAN .....</b>	<b>i</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>iii</b>
<b>RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>viii</b>
<b>I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan .....	2
1.3 Hipotesis .....	2
1.4 Manfaat .....	2
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>3</b>
2.1 Mikroba Antagonis .....	3
2.2 Jamur Endofit .....	3
2.2.1 Ekologi Jamur Endofit .....	3
2.2.2 Hubungan Jamur Endofit dengan Inangnya .....	3
2.2.3 Peran Jamur Endofit dan Mekanisme Antagonis dalam Menghambat Patogen .....	4
2.3 Khamir .....	5
2.3.1 Morfologi dan Karakteristik Khamir .....	5
2.3.2 Taksonomi, Ekologi dan Peran Khamir di Alam .....	5
2.4 Jamur <i>Pyricularia</i> sp. Penyebab Penyakit Blas pada Tanaman Padi .....	7
2.4.1 Klasifikasi Jamur <i>Pyricularia</i> sp. ....	7
2.4.2 Gejala Penyakit Blas yang Disebabkan <i>Pyricularia</i> sp. ....	7
2.4.3 Morfologi <i>Pyricularia</i> sp. ....	8
2.4.4 Daur Hidup Patogen <i>Pyricularia</i> sp. ....	9
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>10</b>
3.1 Kerangka Operasional Penelitian .....	10
3.2 Tempat dan Waktu .....	11
3.3 Alat dan Bahan .....	11
3.4 Metode Penelitian .....	11

3.5 Analisis Data .....	20
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>21</b>
4.1 Isolasi dan Identifikasi Jamur <i>Pyricularia</i> sp. dari Tanaman Padi.. .....	20
4.2 Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit dari Tanaman Padi .....	21
4.3 Deskripsi Isolat Jamur Endofit <i>Trichoderma</i> sp. ....	30
4.4 Isolasi dan Identifikasi Khamir pada Tanaman Padi .....	31
4.5 Uji Antagonis Jamur Endofit terhadap Jamur <i>Pyricularia</i> sp. secara <i>In Vitro</i> .....	33
4.6 Uji Antagonis Khamir terhadap Jamur <i>Pyricularia</i> sp. secara <i>In Vitro</i> .....	42
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>45</b>
5.1 Kesimpulan .....	45
5.2 Saran .....	45
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>46</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>49</b>



## DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Jamur endofit yang ditemukan dari batang dan daun tanaman padi.....	22
2.	Khamir yang ditemukan dari batang dan daun tanaman padi.....	31
3.	Rerata persentase penghambatan jamur endofit terhadap jamur patogen <i>Pyricularia</i> sp.....	34
4.	Rerata persentase penghambatan jamur endofit terhadap jamur patogen <i>Pyricularia</i> sp.....	42

## Lampiran

1.	Analisis ragam presentase penghambatan jamur endofit terhadap pertumbuhan jamur <i>Pyricularia</i> sp. pada 4 HSI .....	50
2.	Analisis ragam presentase penghambatan jamur endofit terhadap pertumbuhan jamur <i>Pyricularia</i> sp. pada 5 HSI .....	50
3.	Analisis ragam presentase penghambatan jamur endofit terhadap pertumbuhan jamur <i>Pyricularia</i> sp. pada 6 HSI .....	50
4.	Analisis ragam presentase penghambatan jamur endofit terhadap pertumbuhan jamur <i>Pyricularia</i> sp. pada 7 HSI .....	50
5.	Analisis ragam presentase penghambatan khamir terhadap pertumbuhan jamur <i>Pyricularia</i> sp. pada 4 HSI .....	51
6.	Analisis ragam presentase penghambatan khamir terhadap pertumbuhan jamur <i>Pyricularia</i> sp. pada 5 HSI .....	51
7.	Analisis ragam presentase penghambatan khamir terhadap pertumbuhan jamur <i>Pyricularia</i> sp. pada 6 HSI .....	51
8.	Analisis ragam presentase penghambatan khamir terhadap pertumbuhan jamur <i>Pyricularia</i> sp. pada 7 HSI .....	51

## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Gejala penyakit Blas pada tanaman padi .....	7
2.	Koloni <i>Pyricularia</i> sp. pada media PDA .....	8
3.	Morfologi <i>Pyricularia</i> sp.....	8
4.	Daur hidup jamur <i>Pyricularia</i> sp. pada tanaman padi.....	9
5.	Kerangka opsional penelitian .....	10
6.	Skema pengambilan tanaman contoh menggunakan metode sistematis.....	13
7.	Gejala penyakit Blas pada leher malai tanaman padi.....	14
8.	Inkubasi leher malai bergejala Blas di cawan Petri .....	14
9.	Isolasi jamur endofit dari tanaman padi yang sehat .....	15
10.	Tanaman padi contoh yang sudah steril dan dicampur dengan aquades ..	17
11.	Skema uji antagonis metode oposisi langsung.....	18
12.	Skema uji antagonis khamir terhadap jamur <i>Pyricularia</i> sp. ....	19
13.	Koloni jamur <i>Pyricularia</i> sp. umur 14 hari pada media PDA .....	21
14.	Morfologi <i>Pyricularia</i> sp. ....	22
15.	Jamur <i>Aspergillus niger</i> .....	23
16.	Jamur <i>Nigrospora</i> sp.1 .....	24
17.	Jamur <i>Nigrospora</i> sp.2 .....	25
18.	Jamur <i>Nigrospora</i> sp.3 .....	25
19.	Jamur EP5 .....	26
20.	Jamur EP6 .....	27
21.	Jamur EP7 .....	27
22.	Jamur <i>Fusarium</i> sp. ....	28
23.	Jamur <i>Cladosporium</i> sp. ....	29
24.	Jamur <i>Asteromyces</i> sp. ....	29
25.	Jamur <i>Trichoderma</i> sp. ....	31
26.	Khamir <i>Candida</i> sp. ....	32
27.	Khamir <i>Pichia</i> sp. ....	32
28.	Khamir <i>Metschnikowia</i> sp. ....	33
29.	Histogram rerata persentase penghambatan jamur endofit terhadap jamur <i>Pyricularia</i> sp. pada 7 HSI.....	35
30.	Jamur <i>Pyricularia</i> sp. (JP) tanpa jamur endofit pada uji antagonis .....	36

31. Jamur <i>Aspergillus niger</i> (AN) terhadap jamur <i>Pyricularia</i> sp. (JP) pada uji antagonis .....	36
32. Jamur <i>Nigrospora</i> sp.1 (N1) terhadap jamur <i>Pyricularia</i> sp. (JP) pada uji antagonis .....	37
33. Jamur <i>Nigrospora</i> sp.2 (N2) terhadap jamur <i>Pyricularia</i> sp. (JP) pada uji antagonis .....	37
34. Jamur <i>Nigrospora</i> sp.3 (N3) terhadap jamur <i>Pyricularia</i> sp. (JP) pada uji antagonis .....	38
35. Jamur EP5 terhadap jamur <i>Pyricularia</i> sp. (JP) pada uji antagonis .....	38
36. Jamur EP6 terhadap jamur <i>Pyricularia</i> sp. (JP) pada uji antagonis .....	39
37. Jamur EP7 terhadap jamur <i>Pyricularia</i> sp. (JP) pada uji antagonis .....	39
38. Jamur <i>Fusarium</i> sp. (F) terhadap jamur <i>Pyricularia</i> sp. (JP) pada uji antagonis .....	40
39. Jamur <i>Cladosporium</i> sp. (C) terhadap jamur <i>Pyricularia</i> sp. (JP) pada uji antagonis .....	40
40. Jamur <i>Asteromyces</i> sp. (A) terhadap jamur <i>Pyricularia</i> sp. (JP) pada uji antagonis .....	41
41. Jamur <i>Trichoderma</i> sp. (T) terhadap jamur <i>Pyricularia</i> sp. (JP) pada uji antagonis .....	41
42. Histogram rerata persentase penghambatan khamir terhadap jamur <i>Pyricularia</i> sp. pada 7 HSI .....	42
43. Uji antagonis khamir terhadap jamur <i>Pyricularia</i> sp. pada 7 HSI secara <i>in vitro</i> .....	43





## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Padi (*Oryza sativa* Linnaeus) (Poales: Gramineae) merupakan tanaman penting dan termasuk komoditas pangan utama di Indonesia (Suryana *et al.*, 2009). Padi mempunyai keunggulan jika dibandingkan dengan sumber pangan lainnya yaitu jauh lebih tinggi kandungan energi dan karbohidrat yang dihasilkan (Utama, 2015). Tingkat konsumsi beras per kapita per tahun masyarakat di Indonesia meningkat per tahunnya sedangkan produksi yang dihasilkan belum mencukupi tingkat konsumsi masyarakat Indonesia (Sari, 2014). Usaha untuk meningkatkan produksi padi senantiasa dilakukan untuk memenuhi kebutuhan pangan dalam negeri. Budidaya tanaman padi tidak terlepas dengan adanya faktor pembatas diantaranya penyakit tanaman yang menjadi salah satu faktor penyebab rendahnya produktivitas padi.

Salah satu penyakit yang dapat menurunkan produktivitas padi dan menimbulkan kerugian besar yaitu penyakit Blas (Semangun, 1991). Penyakit Blas merupakan penyakit utama pada tanaman padi yang disebabkan oleh jamur *Pyricularia* sp. (Sphaeropsidales: Sphaeropsidaceae). Penyakit ini menyebar pada semua negara penghasil padi di dunia termasuk Indonesia (Utama, 2015). Penyakit Blas dapat merusak daun, batang, bunga, malai, dan biji. Gejala pada daun cenderung berkumpul di pangkal helaian daun, berbentuk bercak-bercak jorong dengan ujung-ujungnya runcing. Gejala Blas yang khas yaitu busuknya ujung tangkai malai dan dikenal sebagai busuk leher. Tangkai malai yang busuk menjadi mudah patah. Serangan ini dapat menimbulkan kerugian karena hampir semua biji pada malai menjadi hampa dan tangkai malai yang busuk mudah patah (Semangun, 1991). Akibat serangan penyakit ini, kerugian dapat terjadi dari ringan sampai gagal panen tergantung dari tingkat serangan dan ketahanan varietas padi yang dibudidayakan (Utama, 2015). Oleh karena itu, perlu adanya alternatif pengendalian dengan cara meningkatkan ketahanan tanaman.

Pengendalian alternatif yang ramah lingkungan dapat dilakukan yaitu dengan memanfaatkan agens hayati berupa jamur endofit yang bersifat antagonistik. Endofit merupakan mikroba yang dapat berperan sebagai agensia pengendali hayati (Yulianti, 2012). Keberadaan jamur endofit pada berbagai tanaman telah banyak dilaporkan oleh beberapa peneliti. Jamur endofit yang

ditemukan dari hasil isolasi pada stadia biji tanaman padi mampu menghambat perkembangan jamur *Pyricularia oryzae* dan memiliki daya hambat terbesar hingga 65,6% (Sunariasih *et al.*, 2014). Kemungkinan pada bagian tanaman padi lainnya juga terdapat jamur endofit yang juga berpotensi sebagai antagonis. Mikroorganisme lain selain jamur endofit yang dapat dimanfaatkan sebagai pengendali hayati adalah khamir. Khamir merupakan mikroorganisme uniseluler eukaryotik yang bersifat saprofit atau parasit serta memiliki sifat antimikroba dan lebih bisa tahan terhadap stres lingkungan (Widiastutik dan Alami, 2014). Isolat khamir yang diperoleh dari hasil isolasi daun dan buah tanaman cabai mampu menghambat gejala antraknosa dan memiliki kemampuan yang tinggi dalam menghambat jamur *Colletotrichum acutatum* (Hartati, 2014). Isolat khamir hasil isolasi dari tanaman pisang juga mampu menghambat pertumbuhan jamur *Mycosphaerella musicola* secara *in vitro* (Intan *et al.*, 2014).

Potensi jamur endofit dan khamir perlu dikaji kemampuannya sebagai agen antagonis jamur *Pyricularia* sp. Dengan demikian adanya penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jamur endofit dan khamir pada jaringan daun dan batang tanaman padi serta potensi antagonismenya terhadap jamur *Pyricularia* sp. penyebab penyakit Blas dan dimanfaatkan sebagai pengendalian secara hayati.

## 1.2 Tujuan

Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengkaji jamur endofit dan khamir yang terdapat pada jaringan batang dan daun tanaman padi serta potensinya dalam menghambat pertumbuhan jamur *Pyricularia* sp. penyebab penyakit Blas pada tanaman padi.

## 1.3 Hipotesis

Pada jaringan batang dan daun tanaman padi terdapat keanekaragaman jamur endofit dan khamir yang berpotensi dalam menghambat jamur patogen *Pyricularia* sp. penyebab penyakit Blas pada tanaman padi.

## 1.4 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang jamur endofit dan khamir yang terdapat pada jaringan batang dan daun tanaman padi serta potensinya terhadap jamur *Pyricularia* sp. penyebab penyakit Blas pada tanaman padi.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Mikroba Antagonis

Mikroba antagonis atau Agens Pengendali Hayati (APH) penyakit tanaman adalah jasad renik berupa bakteri, jamur, actinomycetes maupun virus, yang terdapat di alam dan dapat menekan serta menghambat perkembangan mikroba lain. Pengendalian hayati adalah suatu tindakan yang bertujuan mereduksi aktivitas patogen sehingga tidak menimbulkan gejala pada tanaman, dengan menggunakan satu atau lebih APH melalui manipulasi lingkungan, inang atau antagonistik. Adapun mekanisme penekanan perkembangan penyakit dapat berupa antibiosis, kolonisasi ataupun mengaktifkan gen ketahanan (Hanudin dan Marwoto, 2012).

### 2.2 Jamur Endofit

Jamur endofit adalah jamur yang hidup di dalam jaringan tanaman pada periode tertentu dan mampu hidup dengan membentuk koloni dalam jaringan tanaman tanpa membahayakan inangnya. Setiap tanaman tingkat tinggi mengandung beberapa mikroba endofit yang mampu menghasilkan senyawa biologi atau metabolit sekunder yang diduga sebagai akibat koevolusi atau transfer genetik (*genetic recombination*) dari tanaman inangnya ke dalam mikroba endofit (Tan dan Zou, 2001).

#### 2.2.1 Ekologi Jamur Endofit

Jamur endofit terdapat di dalam sistem jaringan tumbuhan, seperti daun, bunga, ranting ataupun akar tumbuhan. Jamur ini menginfeksi tumbuhan sehat pada jaringan tertentu dan mampu menghasilkan mikotoksin, enzim serta antibiotika (Clay, 1988 *dalam* Ariyanto *et al.*, 2013). Jamur endofit umumnya memiliki inang yang spesifik, meskipun ada juga genus-genus seperti *Phomopsis*, *Phoma*, *Colletotrichum*, dan *Phyllosticta* memiliki inang yang cukup luas (Aly *et al.*, 2011 *dalam* Yulianti, 2012).

#### 2.2.2 Hubungan Jamur Endofit dengan Inangnya

Jamur endofit dengan tanaman inang dapat terjadi hubungan simbiosis, antagonis atau bisa juga netral (Blanco *et al.*, 2002). Hubungan jamur endofit dan inang digambarkan sebagai rangkaian simbiotik seimbang mulai dari mutualisme,

komensalisme hingga parasitisme (Aly *et al.*, 2011). Interaksi antara mikroba endofit dengan inangnya yaitu endofit akan mendapat keuntungan berupa adanya pasokan nutrisi, terlindungi dari tekanan lingkungan yang kurang menguntungkan, yang membantu dalam upaya reproduksi dan kolonisasi. Tanaman inang pada umumnya dapat memperoleh keuntungan berupa adanya penginduksian ketahanan terhadap berbagai tekanan, baik oleh faktor biotik maupun abiotik, dan juga dapat meningkatkan pertumbuhannya, yaitu melalui produksi fitohormon, peningkatan akses terhadap mineral dan nutrisi, serta sintesis metabolit antagonistik (Schulz dan Boyle, 2006 *dalam* Irawati *et al.*, 2017). Jamur endofit diketahui memiliki kemampuan dalam menghasilkan metabolit sekunder yang sering berdampak terhadap pertumbuhan inangnya, seperti meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kondisi cekaman biotik dan abiotik, maupun meningkatkan pertumbuhannya (Irawati *et al.*, 2017).

### **2.2.3 Peran Jamur Endofit dan Mekanisme Antagonis dalam Menghambat Patogen**

Endofit dapat berperan sebagai perangsang pertumbuhan tanaman dan meningkatkan hasil melalui produksi fitohormon dan penyedia hara; sebagai penetral kontaminan tanah sehingga meningkatkan fitoremediasi, dan agensia pengendali hayati (Yulianti, 2012). Kelompok jamur endofit yang berperan sebagai agen pengendali hayati antara lain adalah jamur *Fusarium solani*, *Acremonium zeae*, *Verticillium* sp., *Phomopsis cassiae*, *Muscodor albus*, *Periconia* sp., *Ampelomyces* sp., *Neotyphodium lolii* dan lain-lain (Gao *et al.*, 2010 *dalam* Yulianti, 2012).

Mekanisme antagonis terdapat tiga cara yaitu parasit (memarasiti pertumbuhan patogen), kompetisi (merebutkan nutrisi) dan antibiosis (mengeluarkan senyawa yang berfungsi menghambat pertumbuhan patogen). Mekanisme antagonis jamur endofit dalam menekan perkembangan patogen dengan antibiosis sehingga tanaman menjadi tahan (Sudantha dan Abadi, 2011). Mekanisme penghambatan fungi endofit terhadap patogen terjadi melalui beberapa mekanisme, diantaranya antibiosis, yaitu penghambatan pertumbuhan ditandai dengan terbentuknya zona inhibisi; kompetisi terhadap substrat, yaitu pertumbuhan yang lebih cepat terhadap lainnya; dan mikoparasitisme, yaitu parasitisme langsung pada hifa patogen (Mejia *et al.*, 2008 *dalam* Lelana *et al.*, 2015).

## 2.3 Khamir

### 2.3.1 Morfologi dan Karakteristik Khamir

Khamir merupakan kelompok jamur bersel tunggal yang bereproduksi dengan cara membentuk tunas dan sesekali membelah diri. Khamir merupakan uniseluler eukarotik. Beberapa khamir memiliki ukuran panjang hanya 2-3  $\mu\text{m}$ , sedangkan yang lainnya ada yang berukuran 20-50  $\mu\text{m}$ . Sel khamir memiliki lebar sekitar 1-10  $\mu\text{m}$ . Warna koloni khamir beragam yaitu krem, putih, hitam, merah muda, merah, oranye dan kuning (Walker, 2009).

Khamir merupakan kelompok fungi yang memiliki sel vegetatif uniseluler yang dapat membentuk miselium sejati maupun miselium semu (pseudomiselium). Khamir adalah fungi uniseluler yang dapat bersifat dimorfistik yaitu memiliki dua fase dalam siklus hidupnya, bergantung pada keadaan lingkungan yaitu fase hifa dan fase khamir. Pada fase hifa yaitu saat pembentukan miselium, sedangkan fase khamir yaitu membentuk sel tunggal. Khamir dapat membentuk hifa palsu (psudohypha) yang dapat tumbuh menjadi miselium palsu (pseudomiselium). Pseudomiselium merupakan sel-sel tunas khamir yang memanjang dan tidak melepaskan diri dari sel induknya sehingga saling berhubungan membentuk rantai, misalnya khamir *Candida* spp., *Kluyveromyces* spp. dan *Pichia* spp. Namun terdapat pula khamir yang dapat membentuk miselium sejati, misalnya khamir *Trichosporon* spp. (Gandjar dan Sjamsuridzal, 2006).

### 2.3.2 Taksonomi, Ekologi dan Peran Khamir di Alam

**Taksonomi.** Khamir merupakan mikroorganisme eukariotik yang secara taksonomi termasuk dalam klasifikasi jamur. Khamir dapat tergolong dalam kelompok Ascomycota dan Basidiomycota (Gandjar dan Sjamsuridzal, 2006). Sekitar 1500 spesies khamir telah ditemukan di dunia. Baru satu persen spesies khamir yang ditemukan dari total perkiraan keanekaragaman khamir di dunia. Diantara 89 genera khamir yang pernah terdaftar dalam monograf khamir, sebanyak 37 genera (42%) ditemukan di Indonesia (Kurtzman dan Fell, 1998 dalam Indrawan *et al.*, 2007). Khamir memiliki keanekaragaman yaitu 34 genera yang diperoleh dari lingkungan, yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan bahan makanan yaitu 19 genera. Genera khamir dan *yeast-like fungi* yang ditemukan di lingkungan adalah *Aureobasidium*, *Bensingtonia*, *Bullera*, *Candida*, *Clavispora*, *Cryptococcus*, *Cystofilobasidium*, *Debaryomycetes*, *Dipodascus*, *Erythrobasidium*,



*Exophiala*, *Filobasidium*, *Galactomyces*, *Geotrichum*, *Hyalodendron*, *Issatchenkia*, *Kodamaea*, *Kluyveromyces*, *Metschnikowia*, *Myxozyma*, *Pichia*, *Pseudozyma*, *Rhodosporidium*, *Rhodotorula*, *Saccharomycete*, *Spathaspora*, *Sporisorium*, *Sporidiobolus*, *Sporobolomyces*, *Tetrapisispora*, *Tilletiopsis*, *Trichosporon*, *Ustilago*, dan *Williopsis* (Indrawan *et al.*, 2007).

**Ekologi.** Khamir dapat diisolasi dari tanah, air, tumbuhan, hewan dan serangga. Habitat yang lebih disukai khamir yaitu jaringan tanaman (daun, bunga dan buah) (Walker, 2009). Khamir dapat ditemukan di dalam tanah, dipermukaan tanaman dan sangat melimpah pada media yang mengandung gula seperti nectar bunga dan buah-buahan (Rogers, 2011). Banyak cara mengisolasi khamir bergantung dari lingkungan mana dan dari substrat apa isolasi tersebut akan dilakukan. Media umum yang digunakan untuk mengisolasi khamir adalah *Yeast Malt Agar* (YMA) atau *Potato Dextrose Agar* (PDA). Kedua medium tersebut juga umum digunakan untuk pemurnian dan pemeliharaan khamir (Gandjar dan Sjamsuridzal, 2006).

**Peran Khamir di Alam.** Sebagian besar khamir di alam hidup sebagai saprofit dan berperan penting dalam siklus biogeokimia pada ekosistem. Selain sebagai saprofit, khamir dapat hidup sebagai epifit, endofit, dan parasit (Gandjar *et al.*, 1999). Sebagian kecil khamir hidup sebagai parasit atau patogen pada makhluk hidup lainnya termasuk manusia (Indrawan *et al.*, 2007). Khamir memiliki beberapa enzim penting seperti selulase, fosfatase, lipase, dan proteinase yang menyebabkan khamir memegang peran yang penting dalam dekomposisi senyawa organik dan dapat digunakan untuk keperluan industri (Spencer dan Spencer, 1997 dalam Kanti, 2004). Khamir memiliki mekanisme antagonisme berupa kompetisi nutrisi dan ruang, parasitisme dan produksi enzim litik serta induksi ketahanan sehingga mampu mengendalikan beberapa patogen pascapanen (Nunes, 2012 dalam Hartati *et al.*, 2014). Khamir epifit mampu menghambat gejala antraknosa dan memiliki kemampuan yang tinggi dalam mekanisme antagonisnya terhadap jamur *Colletotrichum acutatum*. Daya hambat oleh beberapa khamir epifit yang lebih tinggi dibandingkan mankozeb menunjukkan bahwa isolat khamir ini lebih efektif dibandingkan dengan fungisida dalam mengendalikan antraknosa yang disebabkan oleh jamur *C. acutatum* pada buah cabai. Oleh karena itu, isolat-isolat khamir ini memiliki potensi untuk menggantikan fungisida kimia (Hartati *et al.*, 2014).

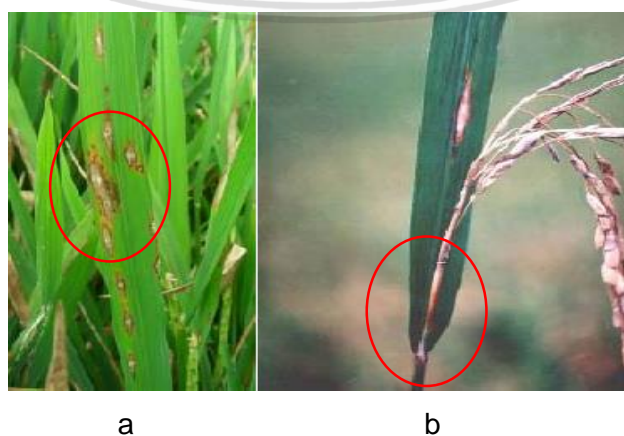
## 2.4 Jamur *Pyricularia* sp. Penyebab Penyakit Blas pada Tanaman Padi

### 2.4.1 Klasifikasi Jamur *Pyricularia* sp.

Klasifikasi jamur *Pyricularia oryzae* yaitu Subdivisio: Deuteromycotina, Kelas: Deuteromycetes, Ordo: Sphaeropsidales, Famili: Sphaeropsidaceae, Genus: *Pyricularia*, Spesies: *Pyricularia oryzae* (Alexopoulos dan Mims, 1979; Barnett dan Hunter, 1998 dalam Sudarma, 2013).

### 2.4.2 Gejala Penyakit Blas yang Disebabkan *Pyricularia* sp.

Gejala penyakit Blas dapat timbul pada daun, batang, bunga, malai, dan biji. Gejala pada daun berbentuk bercak-bercak jorong dengan ujung-ujung runcing (Gambar 1a) (Semangun, 1991). Gejala awal dari penyakit ini adalah bintik putih atau hijau keabu-abuan dengan tepi berwarna gelap kehijauan. Perkembangan gejala bintik tersebut berubah menjadi putih-kehijauan dengan tepi menunjukkan nekrotik berwarna coklat-kemerahan. Ketika terjadi sporulasi pusat dari bintik menjadi berwarna abu-abu karena keberadaan konidia dan hifa. Gejala penyakit Blas padi pada batang dan malai berupa nekrotik berwarna coklat tua yang kadang dapat menghambat atau menghentikan aliran sap tanaman (Wicaksono *et al.*, 2017). Gejala Blas yang khas yaitu menjadi busuknya ujung tangkai malai, yang dikenal sebagai busuk leher (Gambar 1b). Tangkai malai yang busuk akan menjadi mudah patah (Semangun, 1991). Infeksi pada dasar malai menyebabkan kerusakan yang sangat parah. Infeksi pada dasar malai menyebabkan penurunan bobot gabah dan dasar malai menjadi berwarna putih hingga malai tegak karena gabahnya kosong (Wicaksono *et al.*, 2017).



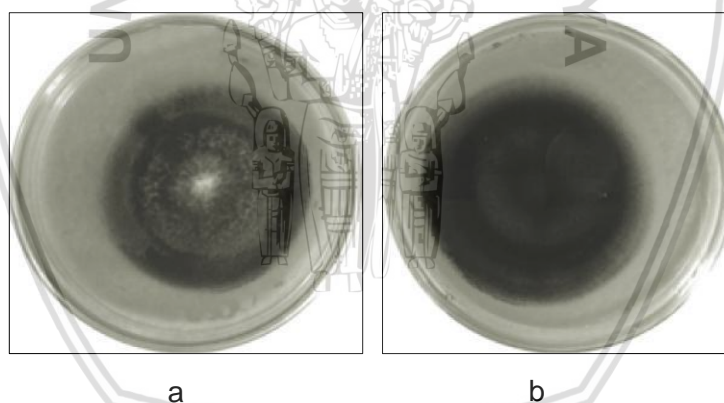
Gambar 1. Gejala penyakit Blas pada tanaman padi. a: Blas daun; b: Blas leher (Sudir *et al.*, 2014)

Gejala pada daun berbentuk bercak-bercak jorong dengan ujung-ujung runcing (Gambar 1a). Pusat bercak berwarna kelabu atau keputih-putihan dan biasanya mempunyai tepi cokelat atau cokelat kemerahan. Bercak agak kecil dan lebih bulat pada daun tua. Pada serangan *Pyricularia*, bercak-bercak cenderung berkumpul di pangkal helaian daun. Serta pada biji padi yang terkena Blas terdapat bercak-bercak kecil yang bulat (Semangun, 1991).

#### 2.4.3 Morfologi *Pyricularia* sp.

Morfologi koloni *Pyricularia* sp. yang diperoleh berwarna hitam keabuan, berbentuk tipis tanpa miselium udara, membentuk lingkaran menyerupai cincin setelah tumbuh hampir memenuhi cawan Petri dalam media PDA (Gambar 2) (Wicaksono *et al.*, 2017).

*Pyricularia* sp. mempunyai konidiofor bersekat-sekat, jarang bercabang, berwarna kelabu membentuk konidium pada ujungnya. Konidium bulat telur dengan ujung runcing, jika masak bersekat dua dengan ukuran 20-22 x 10-12  $\mu\text{m}$  (Gambar 3) (Semangun, 1991).



Gambar 2. Koloni *Pyricularia* sp. pada media PDA. a: tampak atas; b: tampak bawah (Wicaksono *et al.*, 2017)



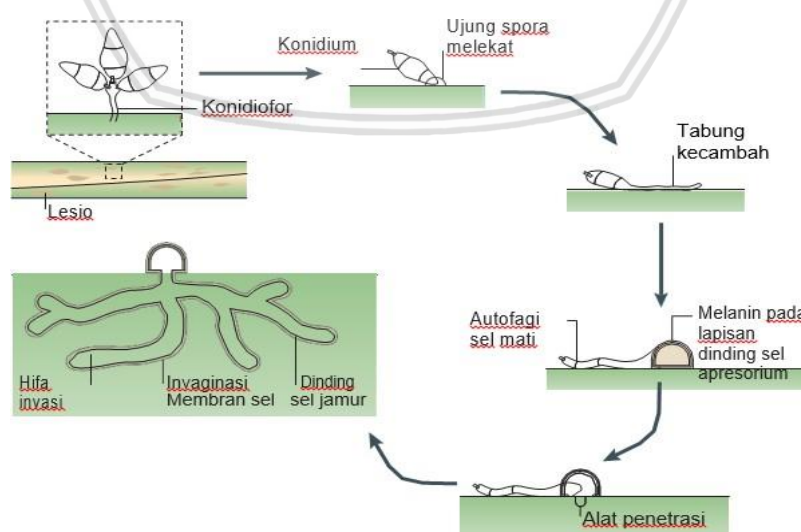
Gambar 3. Morfologi *Pyricularia* sp. a: konidia; b: konidiofor (Klaubauf *et al.*, 2014)

#### 2.4.4 Daur Hidup Patogen *Pyricularia* sp.

Penularan patogen terjadi terutama dengan perantara konidium yang dapat dipencarkan oleh angin. Konidium dibentuk dan dipencarkan di waktu malam, meskipun sering dipencarkan siang hari sehabis turun hujan. Konidium ini hanya dilepaskan ketika kelembaban nisbi udara tinggi dari 90%. Pelepasan terjadi secara eksplosif, karena pecahnya sel kecil di bawah konidium sebagai akibat dari pengaruh tekanan osmotik (Semangun, 1991).

Perbanyakan penyakit secara cepat dengan spora, memperbanyak di daun dan malai, yang selanjutnya memasuki jaringan; dengan beberapa hari, lesio atau gejala mulai tampak (Gambar 4). Penetrasi kebanyakan terjadi secara langsung dengan menembus kutikula, meskipun jamur juga dapat melakukan penetrasi melalui mulut kulit. Permukaan atas daun dan daun yang lebih muda, jauh lebih mudah untuk dipenetrasi (Sudarma, 2013).

Konidia dihasilkan pada bercak tanaman padi kira-kira 6 hari setelah inokulasi. Produksi spora meningkat dengan naiknya kelembaban nisbi. Spora sangat banyak dihasilkan dan dilepas selama malam hari. Setelah spora berkecambah, proses selanjutnya yaitu infeksi (Sudarma, 2013). Tabung infeksi dibentuk dari apresoria dan kemudian mempenetrasi melalui kutikula dan epidermis. Setelah memasuki sel, tabung infeksi membentuk vesikel untuk menghasilkan hifa. Hifa tumbuh bebas dalam sel (IRRI, 2010 dalam Sudarma, 2013).

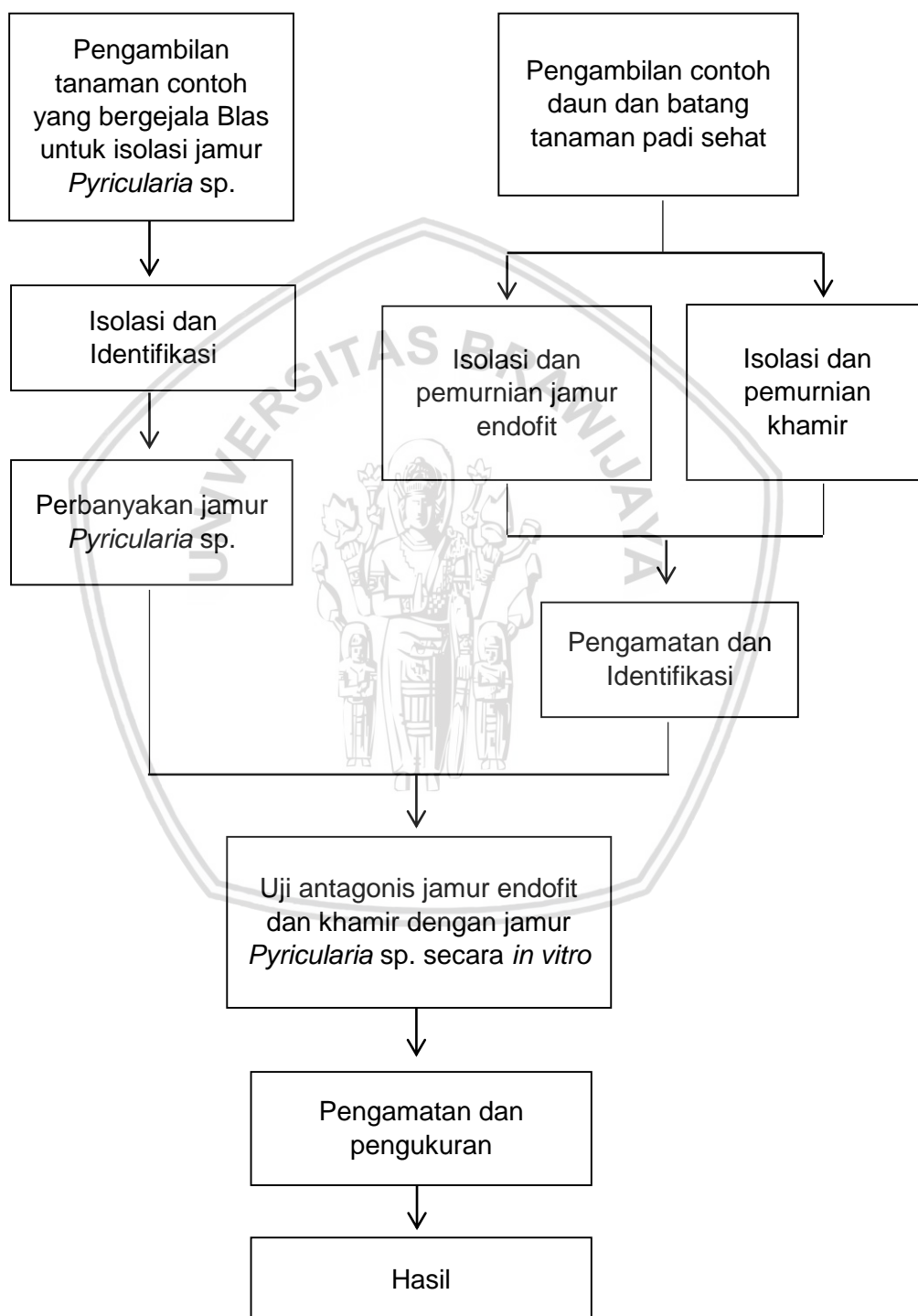


Gambar 4. Daur hidup jamur *Pyricularia* sp. pada tanaman padi (Wilson dan Talbot, 2009)

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Kerangka Operasional Penelitian

Kerangka operasional menunjukkan langkah-langkah penelitian secara bertahap dan sistematis (Gambar 5).



Gambar 5. Kerangka operasional penelitian



### 3.2 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan (HPT), Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya (FPUB), Malang. Waktu pelaksanaan pada bulan Januari 2018 sampai Juli 2018. Lokasi pengambilan tanaman contoh yang bergejala Blas di Desa Joho, Kecamatan Sale, Kabupaten Rembang, pengambilan contoh tanaman sehat untuk isolasi jamur endofit di Desa Karangsuko, Kecamatan Lowokwaru, Kabupaten Malang dan pengambilan contoh tanaman sehat untuk isolasi khamir di Desa Ngijo, Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang.

### 3.3 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan analitik, kompor listrik, panci, *microwave*, pengaduk, pisau, Bunsen, korek api, penggaris (p= 30 cm), plastik, gelas ukur (v= 1000 ml), labu Erlenmeyer (v= 250 ml), cawan Petri (d= 9 cm), *autoclave*, *Laminar Air Flow Cabinet* (LAFC), jarum Ose, pinset, *hand sprayer*, *object glass*, *cover glass* ukuran 18 x 18 mm, *cork borer*, *micropipet*, pipet tetes, *rotary shaker*, stik L, tabung reaksi, rak tabung reaksi, mikroskop (Olympus BX 41) dan kamera.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu media *Potato Dextrose Agar* (PDA), media *Yeast Malt Agar* (YMA), EtOH 70%, NaOCl 2%, NaOCl 1%, spirtus, aquades steril, *lactophenol*, antibiotik (*chloramphenicol*), plastik, aluminium foil, tisu, plastik *wrapping*, kertas label, bagian batang dan daun tanaman padi yang sehat untuk isolasi jamur endofit dan khamir, isolat jamur endofit *Trichoderma* sp. dari Laboatorium Penyakit Tumbuhan, Jurusan HPT, FPUB untuk perlakuan pembanding pada uji antagonis, bagian leher malai tanaman padi yang bergejala *Pyricularia* sp. untuk isolasi patogen.

### 3.4 Metode Penelitian

Kegiatan penelitian ini terdiri dari sterilisasi alat, pembuatan media pertumbuhan jamur dan khamir, pengambilan contoh tanaman padi, isolasi dan identifikasi jamur patogen, isolasi dan identifikasi jamur endofit, isolasi dan identifikasi khamir, uji antagonis jamur endofit, uji antagonis khamir dan analisis data. Penelitian ini dilakukan pada kondisi *in vitro*.



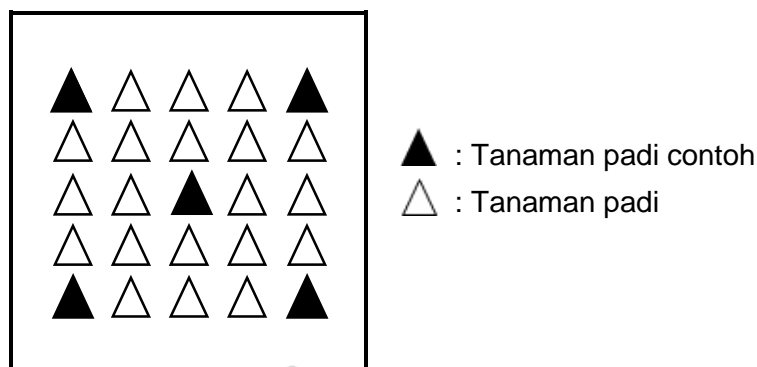
**Sterilisasi alat.** Alat-alat yang disterilisasi adalah cawan Petri, tabung Erlenmeyer, dan tabung reaksi. Sterilisasi dilakukan dengan menggunakan autoklaf pada temperatur 121°C dan tekanan 1,5 atm selama 60 menit. Alat-alat yang akan disterilisasi sebelumnya dimasukkan ke dalam plastik dan diikat.

**Pembuatan media pertumbuhan jamur dan khamir.** Media isolasi patogen, isolasi jamur endofit dan uji antagonis menggunakan media PDA. Bahan untuk membuat 1 L PDA yaitu kentang 250 g, dextrose 20 g, agar 20 g, *chloramphenicol* 2 kapsul 0,25 g, aquades 1 L. Kentang yang sudah dikupas dan dicuci bersih kemudian dipotong berbentuk dadu dengan volume sekitar 1 cm<sup>3</sup>. Kentang yang sudah dipotong kemudian direbus dalam 1 L aquades hingga mendidih, lalu disaring hingga diperoleh sari kentang. Sari kentang selanjutnya ditambah aquades hingga mencapai volume 1000 mL dan dimasak hingga mendidih. Dextrose dan agar ditambahkan ke dalam sari kentang dan diaduk hingga mendidih. Media yang sudah homogen didinginkan, ditambah *chloramphenicol*, diaduk dan selanjutnya dimasukkan ke dalam Erlenmeyer. Erlenmeyer kemudian ditutup dengan aluminium foil dan plastik wrapping, lalu disterilkan dengan *autoclave* selama 20 menit dengan suhu 120°C (Sastrahidayat, 2014).

Media padat untuk pertumbuhan khamir yang digunakan yaitu media YMA. Bahan-bahan yang digunakan untuk pembuatan YMA adalah aquades 1000 mL, ekstrak yeast 3 g, ekstrak malt 3 g, pepton 5 g, glukosa 10 g, agar 20 g, dan *chloramphenicol* 2 kapsul 0,25 g. Semua bahan kecuali *chloramphenicol* dimasukkan ke dalam aquades, kemudian diaduk hingga mendidih dan homogen. Media yang sudah jadi didinginkan dan ditambahkan *chloramphenicol*, kemudian dituang ke dalam tabung Erlenmeyer. Erlenmeyer ditutup dengan menggunakan aluminium foil dan plastik wrapping. Media disterilkan menggunakan *autoclave* selama 20 menit dengan suhu 120°C (Sastrahidayat, 2014).

**Pengambilan contoh tanaman padi sehat.** Tanaman padi untuk isolasi jamur endofit diambil dari lahan sawah di Desa Karangsuko, Kecamatan Lowokwaru, Kabupaten Malang dan untuk isolasi khamir diambil dari lahan sawah di Desa Ngijo, Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang. Tanaman contoh yang digunakan untuk isolasi jamur endofit dan khamir yaitu bagian batang dan daun tanaman padi yang sehat dan tidak menunjukkan gejala serangan hama dan penyakit tanaman. Pengambilan tanaman contoh dilakukan dengan metode

sistematis yaitu pada posisi garis diagonal, sehingga didapatkan 5 tanaman (Gambar 6).



Gambar 6. Skema pengambilan tanaman contoh menggunakan metode sistematis

**Isolasi dan identifikasi jamur patogen.** Jamur *Pyricularia* sp. diisolasi dari leher malai tanaman padi varietas Ciherang yang terserang penyakit Blas di sawah. Contoh tanaman bergejala Blas diambil dari lahan di Desa Joho, Kecamatan Sale, Kabupaten Rembang. Semangun (1991) mengemukakan bahwa, gejala Blas yang khas yaitu menjadi busuknya leher malai, yang dikenal sebagai busuk leher (Gambar 7). Metode isolasi mengacu pada (Wicaksono *et al.*, 2017) yaitu leher malai bergejala dipotong melintang berukuran 7 cm, disterilkan permukaannya dengan merendamnya ke dalam NaOCl 1% selama 1 menit dan dibilas menggunakan aquades steril selama 1 menit, lalu ditiriskan pada tisu steril. Tanaman contoh yang sudah steril selanjutnya diinkubasi di dalam cawan Petri tertutup yang sebelumnya telah diberi tisu steril basah (Gambar 8). Inkubasi dilakukan pada suhu ruang selama 2 hari.

Miselia yang muncul dari permukaan jaringan tanaman kemudian diamati dengan mikroskop stereo dan diambil dengan jarum jahit steril lalu diletakkan pada *object glass* yang telah ditetesi dengan menggunakan aquades steril dan ditutup dengan *cover glass*. Bentuk konidia *Pyricularia* sp. diamati dengan menggunakan mikroskop. Ciri-ciri morfologi jamur dicocokkan dengan ciri-ciri jamur *Pyricularia* sp. pada buku pedoman identifikasi berdasarkan (Barnett dan Hunter, 1972). Konidia yang memiliki ciri-ciri sesuai dengan morfologi konidia jamur *Pyricularia* sp. ditanam pada media PDA sebagai biakan murni. Biakan yang sudah tumbuh selanjutnya dilakukan identifikasi ulang untuk memastikan bahwa jamur yang telah diisolasi pada media PDA tersebut adalah jamur *Pyricularia* sp. yaitu dengan mengambil sedikit jamur kemudian diletakkan di atas *object glass* yang telah diberi

media PDA baru dan ditutup dengan menggunakan *cover glass*, lalu diinkubasi pada *box* berisi tisu steril selama 3 hari. Preparat yang sudah diinkubasi kemudian diamati dengan menggunakan mikroskop. Apabila ciri morfologi menunjukkan ciri yang sama dengan ciri morfologi jamur *Pyricularia* sp., maka jamur biakan murni yang telah ditanam pada media PDA tersebut adalah jamur *Pyricularia* sp.



Gambar 7. Gejala penyakit Blas pada leher malai



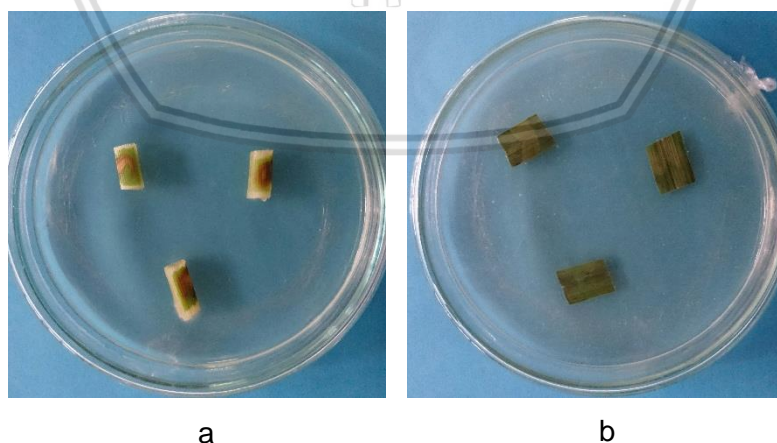
Gambar 8. Inkubasi leher malai bergejala Blas di cawan Petri

**Isolasi dan identifikasi jamur endofit.** Isolasi jamur endofit diperoleh dari batang dan daun pada tanaman padi sehat. Jamur endofit adalah jamur yang terdapat dalam jaringan tanaman, isolasi jamur endofit harus mendapatkan jamur yang berada di dalam jaringan tanaman, sehingga isolasi tidak boleh terkontaminasi dengan jamur yang berada di permukaan atau luar tanaman (epifit). Isolasi jamur endofit menggunakan metode pencucian berdasarkan Larran *et al.* (2002) yaitu mencuci bagian permukaan daun agar steril sehingga diharapkan jamur yang tumbuh adalah jamur yang berada dari dalam jaringan tanaman.

Isolasi dilakukan di dalam LAFC dalam kondisi aseptik. Peralatan yang digunakan untuk isolasi yaitu gunting dan pinset yang disterilisasi dengan EtOH

70% dan dipanaskan di atas Bunsen. Teknik isolasi yang digunakan yaitu dengan mencuci bagian batang dan daun tanaman padi yang sehat dengan air mengalir kemudian dipotong dengan panjang masing-masing 1 cm. Batang dan daun disterilisasi dengan menggunakan larutan NaOCl 2% selama 1 menit dan dilanjutkan dengan memasukkan ke EtOH 70% selama 1 menit setelah itu dibilas dengan aquades steril sebanyak dua kali masing-masing selama 1 menit, dan dikeringkan di atas tisu steril. Daun dan batang yang telah dikeringkan kemudian di tanam dalam cawan Petri yang berisi media PDA (Gambar 9). Aquades bilasan terakhir diambil 1 ml dan dituang (diisolasi) ke media PDA baru sebagai perlakuan kontrol.

Fungsi kontrol adalah untuk memastikan bahwa jamur yang tumbuh dari daun dan batang yang telah dicuci merupakan jamur endofit. Apabila pada media kontrol tidak tumbuh jamur, maka jamur yang muncul pada PDA isolasi batang dan daun merupakan jamur endofit. Apabila pada media kontrol tetap tumbuh jamur, maka jamur yang tumbuh pada PDA isolasi batang dan daun bukan merupakan jamur endofit. Pengamatan dari isolasi jamur endofit dilakukan 2 hari sekali selama jamur endofit tampak tumbuh. Jamur yang tumbuh dipurifikasi dengan cara memisahkan koloni jamur yang tumbuh dan dianggap berbeda berdasarkan kenampakan morfologi makroskopisnya. Masing-masing jamur tersebut diambil dan dipisahkan ke dalam media PDA baru dengan menggunakan jarum Ose agar diperoleh isolat jamur endofit yang murni dan selanjutnya diidentifikasi.



Gambar 9. Isolasi jamur endofit dari tanaman padi sehat. a: daun; b: batang

Identifikasi jamur endofit dilakukan pada tingkat genus dengan mengacu pada buku *Illustrated Genere of Imperfect Fungi* (Barnett dan Hunter, 1972) dan



literatur pendukung lainnya. Identifikasi jamur endofit dilakukan dengan pengamatan makroskopis dan mikroskopis. Identifikasi jamur secara makroskopis dilakukan dengan mengamati penampakan koloni jamur pada media padat meliputi warna dan tekstur koloni (granular, seperti tepung, menggunung, licin, ada tidaknya tetesan eksudat), garis-garis radial dari pusat koloni ke arah tepi koloni, lingkaran-lingkaran konsentris dan *reverse side* (warna sebalik koloni) (Gandjar *et al.*, 1999). Identifikasi secara mikroskopis dilakukan dengan pembuatan preparat terlebih dahulu. Pembuatan preparat berfungsi untuk mempermudah dalam identifikasi jamur pada mikroskop. Tahapan awal yaitu menyiapkan *object glass*, kemudian diberi sedikit media PDA baru dan diletakkan di atas permukaan *object glass*. Hal ini untuk menjaga nutrisi selama jamur tersebut berada di preparat pada saat diinkubasi. Jamur diambil dengan menggunakan jarum Ose dan diletakkan di atas *object glass* yang terdapat media PDA dan ditutup dengan *cover glass*. Preparat diletakkan di dalam wadah yang berisi tisu basah steril dan diinkubasi selama 2-4 hari. Preparat kemudian diamati dengan mikroskop perbesaran 400x. Pengamatan mikroskopis meliputi persekatan hifa, pertumbuhan hifa (bercabang atau tidak bercabang), warna hifa dan konidia, konidiofor (bentuk, sekat, percabangan dan warna), konidia dan bentuk konidia (bulat, lonjong, berantai atau tidak beraturan) dan ukuran spora (Gandjar *et al.*, 1999). Isolat jamur yang dapat diidentifikasi diberi nama sesuai dengan genusnya sedangkan isolat jamur yang belum bisa diidentifikasi diberi nama sesuai dengan kode isolat jamur pada saat isolasi yaitu EP5, EP6 dan EP7.

**Isolasi dan identifikasi khamir.** Metode isolasi dalam penelitian ini menggunakan metode pencucian yang merujuk pada Assis *et al.* (1999) dengan modifikasi, yaitu daun dan batang tanaman padi yang sehat masing-masing ditimbang sebanyak 10 g lalu dicuci dengan air mengalir. Daun dan batang selanjutnya disterilisasi menggunakan larutan NaOCl 2% selama 1 menit dan dilanjutkan dengan memasukkan ke EtOH 70% selama 1 menit setelah itu dibilas dengan aquades steril sebanyak dua kali masing-masing selama 1 menit, kemudian dipotong kurang lebih 1 cm dengan menggunakan gunting steril dan dimasukkan ke dalam tabung Erlenmeyer yang sudah berisi 90 ml aquades steril (Gambar 10). Erlenmeyer yang berisi tanaman contoh dan aquades kemudian digojok menggunakan *rotary shaker* dengan kecepatan 120 rpm selama 3 x 24 jam, kemudian dilakukan pengenceran bertingkat dengan konsentrasi  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$ . Hasil setiap pengenceran diambil 50  $\mu$ l untuk diinokulasikan pada

media YMA dengan metode *spread plate*. Isolat diinkubasi selama 7 hari dan diamati pertumbuhannya. Koloni selanjutnya dipurifikasi dengan memilih koloni yang tumbuh dominan dan berbeda, serta menunjukkan ciri-ciri morfologi koloni khamir. Hasil isolasi dimurnikan pada media YMA baru menggunakan metode *streak plate* untuk selanjutnya diidentifikasi (Widiastutik dan Alami, 2014).



Gambar 10. Tanaman padi contoh yang sudah steril dan dicampur dengan aquades. a: batang; b: daun

Identifikasi khamir dilakukan hingga tingkat genus dengan mengacu pada buku *The Yeast a Taxonomic Study* (Kurtzman dan Fell, 2011). Identifikasi dilakukan dengan pengamatan morfologi makroskopis dan mikroskopis. Pengamatan morfologi makroskopis ialah pengamatan koloni pada saat isolasi dan purifikasi meliputi bentuk, tekstur, warna, permukaan, elevasi dan tepi. Pengamatan mikroskopis meliputi pengamatan sel khamir yaitu bentuk sel, ukuran, pertunasan, ada tidaknya hifa atau pseudohifa. Cara untuk identifikasi yaitu dengan mengambil sedikit khamir dengan jarum Ose kemudian diletakkan pada kaca preparat yang sudah ditetesi sedikit aquades. Kaca preparat kemudian diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 40x10 mm (Widiastutik dan Alami, 2014).

#### **Uji Antagonis Jamur Endofit dengan Jamur *Pyricularia* sp. secara *In Vitro* pada Media PDA**

Metode yang digunakan pada uji antagonis antara isolat jamur endofit dari tanaman padi terhadap jamur patogen *Pyricularia* sp. berdasarkan Intan *et al.* (2014) adalah metode oposisi langsung, yaitu dengan cara menumbuhkan isolat jamur patogen *Pyricularia* sp. dengan isolat jamur endofit secara berhadapan dengan jarak 3 cm pada cawan Petri yang berisi media PDA (Gambar 11). Pada perlakuan uji antagonis juga menggunakan isolat jamur endofit *Trichoderma* sp.



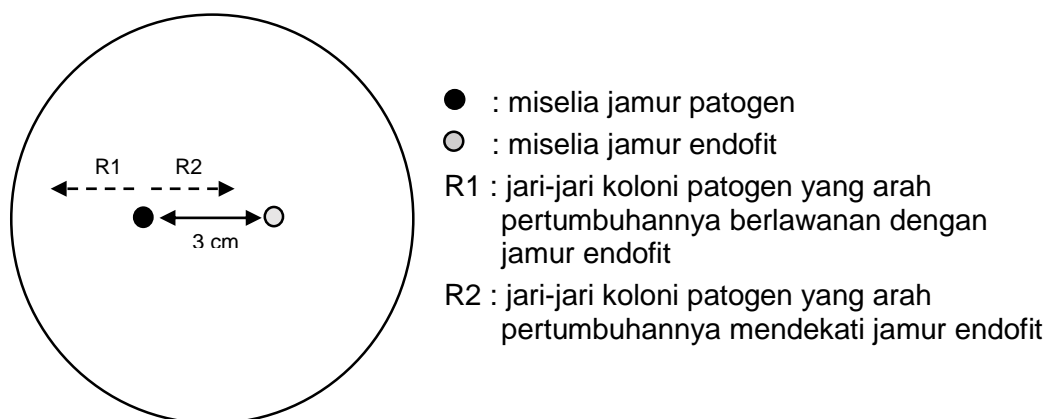
dari koleksi Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Jurusan HPT, FPUB yang dijadikan sebagai perlakuan pembandingan. Hal ini untuk membandingkan potensi antagonis jamur endofit tanaman padi yang ditemukan dengan potensi jamur endofit *Trichoderma* sp. terhadap jamur patogen *Pyricularia* sp.

Inokulasi jamur endofit dan jamur patogen *Pyricularia* sp. dilakukan dengan selisih 2 hari. Pengujian dilakukan dengan menginokulasi jamur *Pyricularia* sp. terlebih dahulu dan setelah 2 hari dilanjutkan dengan menginokulasi jamur endofit. Hal ini dikarenakan pertumbuhan jamur *Pyricularia* sp. yang lambat sehingga perlu diinokulasikan terlebih dahulu. Biakan uji antagonis diinkubasi pada suhu kamar (28-30°C) dan pengamatan daya hambat jamur endofit terhadap jamur *Pyricularia* sp. dilakukan setiap hari sampai 7 hari setelah inokulasi jamur endofit (HSI). Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan jumlah perlakuan uji antagonis sebanyak jumlah jamur endofit yang ditemukan, ditambah perlakuan jamur *Trichoderma* sp. dan kontrol (jamur patogen tanpa inokulasi jamur endofit). Pada penelitian ini ditemukan 10 isolat jamur endofit, jadi total perlakuan sebanyak 12 dan diulang 3x, sehingga terdapat 36 satuan percobaan.

Persentase daya hambat jamur antagonis dapat diketahui melalui pertumbuhan koloni yang dihitung dengan menggunakan rumus:

$$I = \frac{R1-R2}{R1} \times 100\%$$

yang I adalah persentase penghambatan, R1 adalah jari-jari koloni patogen yang arah pertumbuhannya berlawanan dengan jamur endofit dan R2 adalah jari-jari koloni patogen yang arah pertumbuhannya mendekati jamur endofit (Gambar 11).



Gambar 11. Skema uji antagonis metode oposisi langsung

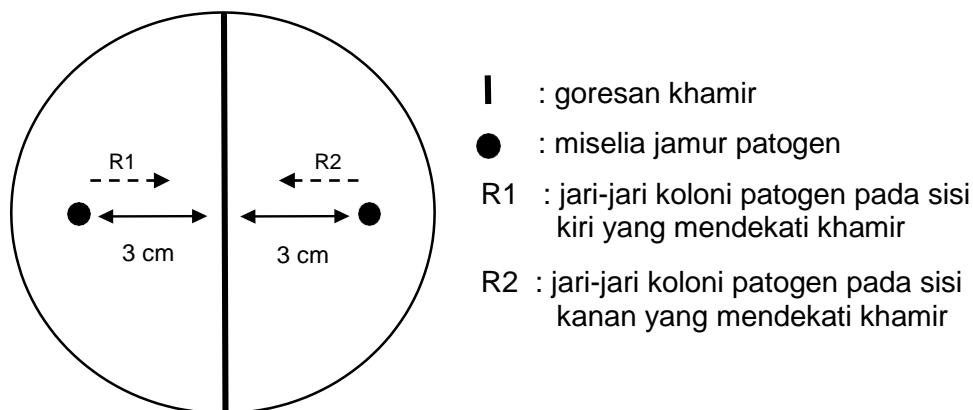
### Uji Antagonis Khamir dengan Jamur *Pyricularia* sp. secara *In Vitro* pada Media PDA

Pengujian antagonis antara khamir dan jamur *Pyricularia* sp. dilakukan secara *in vitro* merujuk pada (Sugipriatini, 2009 dalam Intan *et al.*, 2014) yaitu biakan murni jamur *Pyricularia* sp. diambil dengan *cork borer* dan diletakkan pada sisi kanan dan kiri dalam media PDA dengan jarak  $\pm 3$  cm dari titik pusat cawan Petri dan diinkubasi sampai 2 hari. Jamur *Pyricularia* sp. yang sudah berumur 2 hari kemudian digoreskan khamir tepat di tengah cawan Petri secara tegak lurus sebanyak 1 lup inokulasi kemudian diinkubasi pada suhu ruang (Gambar 12). Pengamatan lebar zona hambat dan persentase tingkat hambat relatif khamir terhadap jamur *Pyricularia* sp. dilakukan setiap hari sampai sampai 7 hari setelah inokulasi khamir (HSI). Rancangan yang digunakan adalah RAL dengan jumlah perlakuan uji antagonis sebanyak jumlah khamir yang ditemukan dan ditambah perlakuan kontrol (jamur patogen tanpa inokulasi khamir). Pada penelitian ini ditemukan 3 isolat khamir, jadi total perlakuan sebanyak 4 dan diulang 3x, sehingga terdapat 12 satuan percobaan.

Perlakuan kontrol tanpa inokulasi khamir juga digunakan sebagai pembanding. Persentase tingkat hambatan relatif terhadap jamur patogen dihitung berdasarkan (Hadiwiyono, 1999 dalam Intan *et al.*, 2014) dengan rumus:

$$THR = \frac{dk-dp}{dk} \times 100\%$$

yang THR adalah persentase tingkat hambatan relatif terhadap pertumbuhan patogen, dk adalah jumlah jari-jari ( $R_1+R_2$ ) koloni patogen tanpa perlakuan khamir (kontrol) dan dp adalah jumlah jari-jari ( $R_1+R_2$ ) koloni patogen yang diberi perlakuan khamir (Gambar 12).



Gambar 12. Skema uji antagonis khamir terhadap jamur *Pyricularia* sp.

### 3.5 Analisis Data

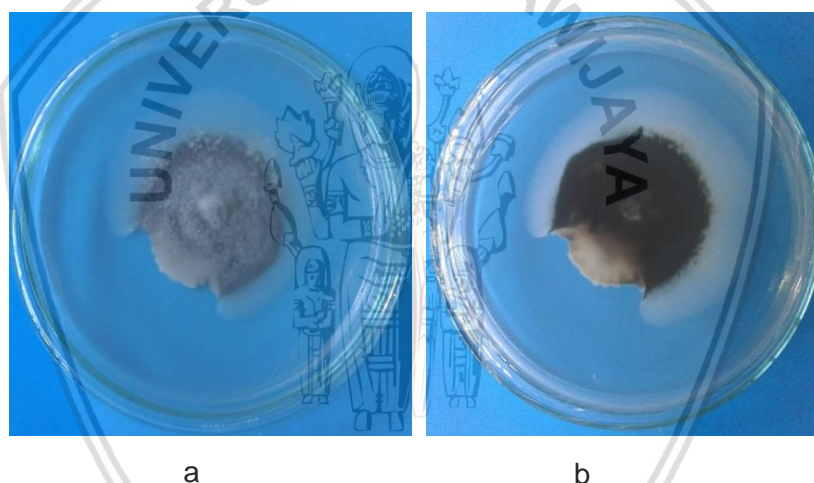
Data yang diperoleh dari pengujian antagonis jamur endofit terhadap jamur patogen *Pyricularia* sp. dan pengujian antagonis khamir terhadap jamur patogen *Pyricularia* sp. dianalisis menggunakan analisis ragam dan apabila perlakuan berbeda nyata, maka dilanjutkan menggunakan Uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada tingkat kepercayaan 95%. Analisis data diolah menggunakan *Microsoft excel* 2013 dan aplikasi SPSS 21.



## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Isolasi dan Identifikasi Jamur *Pyricularia* sp. dari Tanaman Padi

Berdasarkan hasil isolasi leher malai padi yang bergejala Blas didapatkan biakan murni *Pyricularia* sp. pada media padat PDA. Pada pengamatan biakan murni yang berumur 14 hari didapatkan ciri-ciri koloni patogen yaitu permukaan koloni berwarna abu-abu, pertumbuhan koloni melingkar, miselium halus, bagian tepi siliat dan warna balik koloni berwarna hitam ke abu-abuan. Jamur *Pyricularia* sp. belum memenuhi cawan Petri pada hari ke-14 dengan diameter jamur 6 cm (Gambar 13). Menurut Wicaksono *et al.* (2017), morfologi koloni jamur *Pyricularia* sp. yang diperoleh berwarna hitam keabu-abuan, berbentuk tipis tanpa miselium udara, membentuk lingkaran menyerupai cincin setelah tumbuh hampir memenuhi cawan Petri dalam media PDA.



Gambar 13. Koloni jamur *Pyricularia* sp. umur 14 hari pada media PDA. a: tampak atas; b: tampak bawah

Pada pengamatan mikroskopis, morfologi *Pyricularia* sp. tampak mempunyai konidiofor bersekat, konidia berbentuk bulat dengan runcing diujungnya, konidium berwarna abu-abu dan bersekat dua (Gambar 14). Semangun (1991) mengemukakan bahwa, *Pyricularia* sp. mempunyai konidiofor bersekat-sekat dan membentuk konidium pada ujungnya. Konidium *Pyricularia* sp. berbentuk bulat telur dengan ujung runcing dan jika masak memiliki sekat dua. Barnett dan Hunter (1972) menyatakan bahwa konidiofor *Pyricularia* panjang, ramping, sebagian besar sederhana, konidia berbentuk obpyriform sampai ellipsoid, hialin dan terdiri 2-3 sel.



Gambar 14. Morfologi *Pyricularia* sp. a: preparasi dengan aquades steril; b: preparasi dengan media PDA, 1: konidia 2: konidiofor (perbesaran 40x10 mm)

#### 4.2 Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit dari Tanaman Padi

Berdasarkan isolasi dan identifikasi dari daun tanaman padi ditemukan 4 isolat jamur endofit dan bagian batang tanaman padi ditemukan 9 isolat jamur endofit (Tabel 1). Dari 13 isolat jamur endofit, terdapat 10 isolat yang berbeda (7 yang teridentifikasi dan 3 yang tidak teridentifikasi). Jamur yang teridentifikasi yaitu *Aspergillus niger*, *Nigrospora* sp.1, *Nigrospora* sp.2, *Nigrospora* sp.3, *Fusarium* sp., *Cladosporium* sp., *Asteromyces* sp., dan yang tidak teridentifikasi yaitu jamur EP5, EP6, EP7.

Tabel 1. Jamur endofit yang ditemukan dari batang dan daun tanaman padi

Jaringan Tanaman Padi	Genus
Daun	1. <i>Aspergillus niger</i>
	2. <i>Nigrospora</i> sp.1
	3. <i>Nigrospora</i> sp.2
	4. <i>Nigrospora</i> sp. 3
Batang	1. <i>Aspergillus niger</i>
	2. <i>Nigrospora</i> sp.1
	3. <i>Nigrospora</i> sp. 3
	4. <i>Fusarium</i> sp.
	5. <i>Cladosporium</i> sp.
	6. <i>Asteromyces</i> sp.
	7. Jamur EP5
	8. Jamur EP6
	9. Jamur EP7

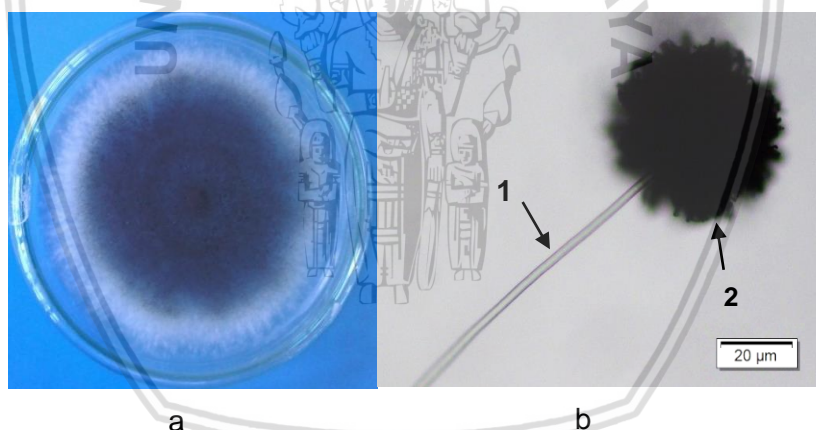


Berikut merupakan ciri makroskopis dan mikroskopis jamur endofit yang ditemukan dari batang dan daun tanaman padi:

### 1. *Aspergillus niger*

**Makroskopis.** Koloni pada media PDA menunjukkan pertumbuhan berbentuk bundar dengan warna putih dan terdapat granul hitam seperti pasir pada permukaan koloni. Warna dasar koloni putih dan tidak mempunyai lingkaran konsentris. Koloni jamur mempunyai elevasi rata, tidak transparan, dan tepi siliat. Pertumbuhan koloni tergolong cepat saat berumur 7 hari diameter koloni mencapai 9 cm (Gambar 15a). Menurut Wahdania *et al.* (2016), koloni jamur *A. niger* berbentuk bulat, berwarna cokelat kehitaman dengan tepi merata dan agak kasar.

**Mikroskopis.** Morfologi jamur ditunjukkan dengan konidiofor berwarna hialin, ukurannya panjang, dan tidak bersekat. Konidia berbentuk bulat, lebat dan berwarna cokelat (Gambar 15b). Menurut Gandjar *et al.* (1999), *A. niger* memiliki konidiofor berwarna hialin dan berdinding halus. Konidia berbentuk bulat hingga semibulat dan berwarna cokelat dengan ukuran 3,5-5,0  $\mu\text{m}$ .



Gambar 15. Jamur *Aspergillus niger*. a: koloni umur 7 hari pada media PDA; b: morfologi, 1: konidiofor 2: konidia

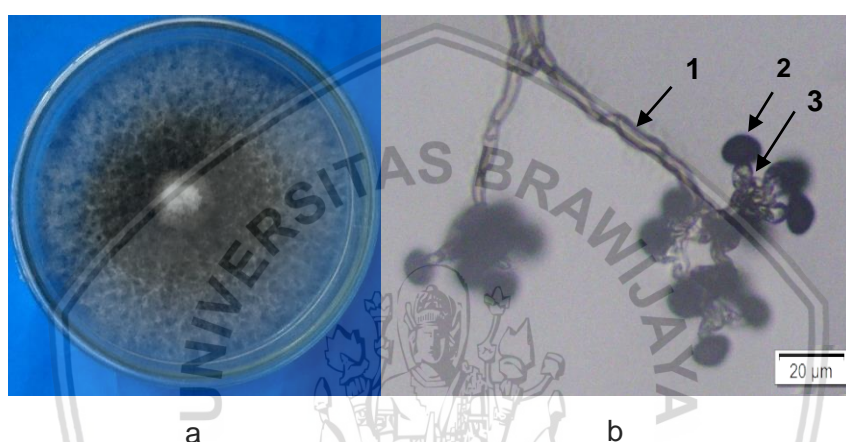
### 2. *Nigrospora* sp.1

**Makroskopis.** Koloni pada media PDA menunjukkan warna koloni saat muda putih dan saat koloni tua berubah menjadi abu-abu kehitaman dengan bagian tepi berwarna putih. Warna balik koloni hitam, bentuk koloni bundar dan tidak mempunyai lingkaran konsentris. Permukaan halus seperti kapas, elevasi timbul, tidak transparan, dan tepian bercabang. Pertumbuhan koloni tergolong cepat dengan diameter koloni saat umur 7 hari mencapai 9 cm (Gambar 16a).



Gandjar *et al.* (1999) menyatakan bahwa, koloni jamur *Nigrospora* sp. awalnya putih kemudian menjadi hitam, sebagian miselia masuk ke agar.

**Mikroskopis.** Morfologi jamur ditunjukkan dengan hifa bersekat. Konidiofor pendek, berwarna hialin dengan sedikit pigmen cokelat dan ber dinding halus. Konidia tunggal, berwarna hitam, berbentuk elips seperti telur serta berdiameter 7,75-14  $\mu\text{m}$  (Gambar 16b). Navi *et al.* (1999) menyatakan bahwa, konidiofor pendek, cokelat pucat dan menopang konidia tunggal. Konidia cokelat atau hitam, bulat atau berbentuk telur dan biasanya diameter konidia berukuran 12-14  $\mu\text{m}$ .

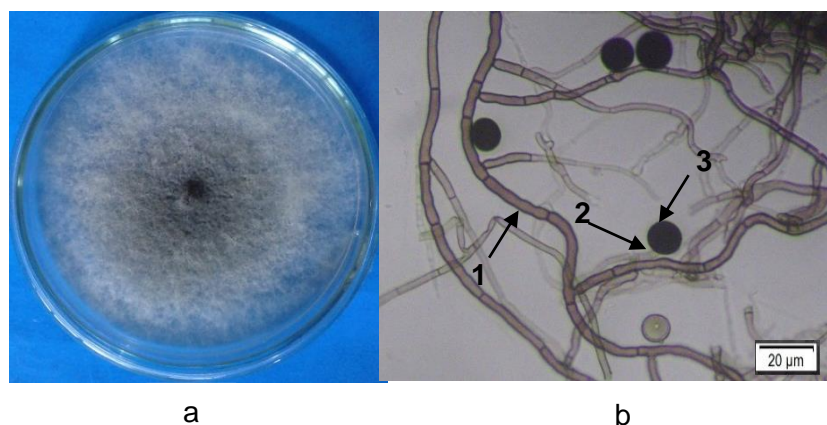


Gambar 16. Jamur *Nigrospora* sp.1. a: koloni umur 7 hari pada media PDA; b: morfologi, 1: hifa 2: konidiofor 3: konidia

### 3. *Nigrospora* sp.2

**Makroskopis.** Koloni pada media PDA menunjukkan warna koloni saat muda putih dan saat koloni tua berubah menjadi putih keabu-abuan. Warna balik koloni abu-abu kehitaman, bentuk koloni bundar dan tidak mempunyai lingkaran konsentris. Permukaan halus seperti kapas, elevasi timbul, tidak transparan, dan tepian bercabang. Pertumbuhan koloni tergolong cepat dengan diameter koloni saat umur 6 hari mencapai 9 cm (Gambar 17a). Menurut Gandjar *et al.* (1999), koloni jamur *Nigrospora* sp. awalnya putih kemudian menjadi hitam, sebagian miselia masuk ke agar.

**Mikroskopis.** Morfologi jamur ditunjukkan dengan hifa bersekat. Konidiofor pendek, berwarna hialin. Konidia tunggal, berwarna hitam, berbentuk bulat berdiameter 13,24  $\mu\text{m}$  (Gambar 17b). Gandjar *et al.* (1999) menyatakan bahwa, konidiofor tidak berwarna hingga cokelat. Konidia tunggal, berwarna cokelat atau hitam, berbentuk bulat atau elips serta berdiameter 14-20  $\mu\text{m}$ .

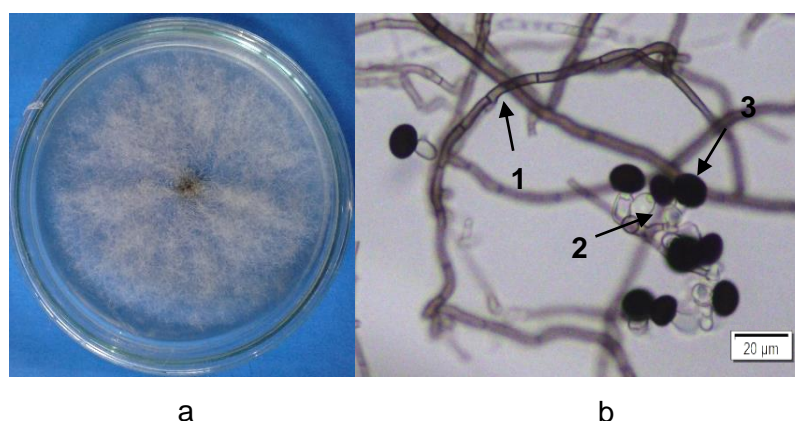


Gambar 17. Jamur *Nigrospora* sp.2. a: koloni umur 6 hari pada media PDA; b: morfologi, 1: hifa 2: konidiofor 3: konidia

#### 4. *Nigrospora* sp.3

**Makroskopis.** Koloni pada media PDA menunjukkan warna koloni saat muda putih dan saat koloni tua berubah menjadi abu-abu kehitaman. Warna balik koloni hitam, bentuk koloni bundar dan tidak mempunyai lingkaran konsentris. Permukaan halus seperti kapas, elevasi timbul, tidak transparan, dan tepian bercabang. Pertumbuhan koloni tergolong cepat dengan diameter koloni saat umur 4 hari mencapai 7,5 cm (Gambar 18a). Menurut Gandjar *et al.* (1999), koloni jamur *Nigrospora* sp. awalnya putih kemudian menjadi hitam.

**Mikroskopis.** Morfologi jamur ditunjukkan dengan hifa bersekat. Konidiofor pendek, berwarna hialin. Konidia tunggal, berwarna hitam, berbentuk elips berdiameter 13,24 µm (Gambar 18b). Menurut Gandjar *et al.* (1999), konidiofor tidak berwarna hingga cokelat. Konidia tunggal, berwarna cokelat atau hitam, berbentuk bulat atau elips serta berdiameter 14-20 µm.

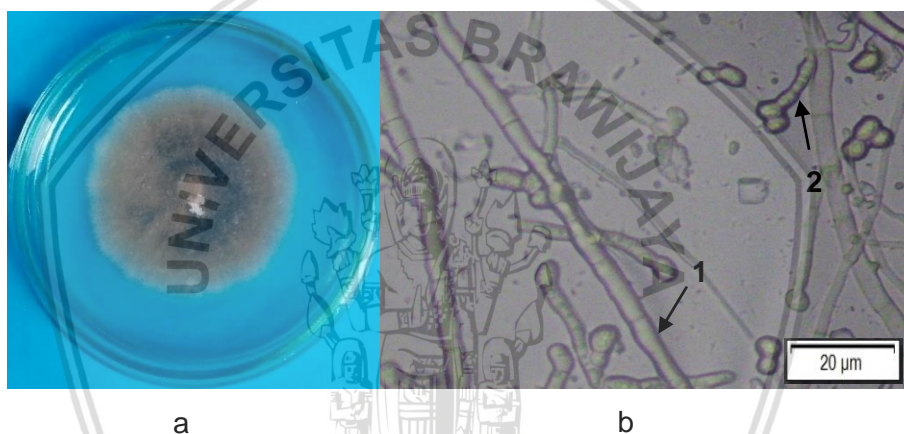


Gambar 18. Jamur *Nigrospora* sp.3. a: koloni umur 4 hari pada media PDA; b: morfologi, 1: hifa 2: konidiofor 3: konidia

## 5. Jamur EP5

**Makroskopis.** Koloni jamur pada media PDA menunjukkan warna koloni saat muda krem dan berubah menjadi oranye pada saat koloni tua. Warna balik koloni oranye, bentuk koloni bundar dan mempunyai lingkaran konsentris tapi tidak begitu jelas terlihat. Permukaan kasar, elevasi timbul, tidak transparan, dan tepian bercabang. Diameter koloni saat umur 6 hari mencapai 6,5 cm (Gambar 19a).

**Mikroskopis.** Morfologi jamur ditunjukkan dengan hifa bersekat. Konidiofor panjang, bersekat, berwarna hialin, dan diujungnya terdapat bulatan yang bentuknya agak lonjong (Gambar 19b). Berdasarkan deskripsi makroskopis dan mikroskopis, jamur EP5 belum dapat teridentifikasi. Hal ini dikarenakan ciri morfologi jamur tersebut tidak terdapat di dalam buku panduan identifikasi.



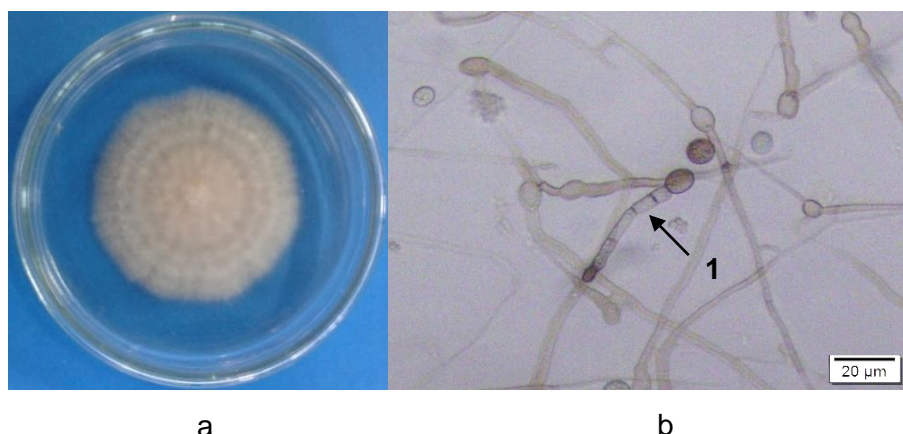
Gambar 19. Jamur EP5. a: koloni umur 7 hari pada media PDA; b: morfologi, 1: hifa 2: konidiofor

## 6. Jamur EP6

**Makroskopis.** Koloni jamur pada media PDA menunjukkan warna koloni saat muda putih kemudian berubah menjadi putih agak oranye. Warna balik koloni oranye, bentuk koloni bundar dan mempunyai lingkaran konsentris. Permukaan bergelombang, elevasi timbul, tidak transparan, dan tepian bercabang. Diameter koloni saat umur 6 hari mencapai 5,7 cm (Gambar 20a).

**Mikroskopis.** Morfologi jamur ditunjukkan dengan hifa panjang, bersekat, berwarna coklat dan ditengahnya terdapat bulatan. Tidak ditemukan konidia hingga hari ke 7 masa inkubasi (Gambar 20b). Berdasarkan deskripsi makroskopis dan mikroskopis, jamur EP6 tidak dapat teridentifikasi. Hal ini dikarenakan ciri morfologi jamur tersebut tidak terdapat di dalam buku panduan identifikasi.



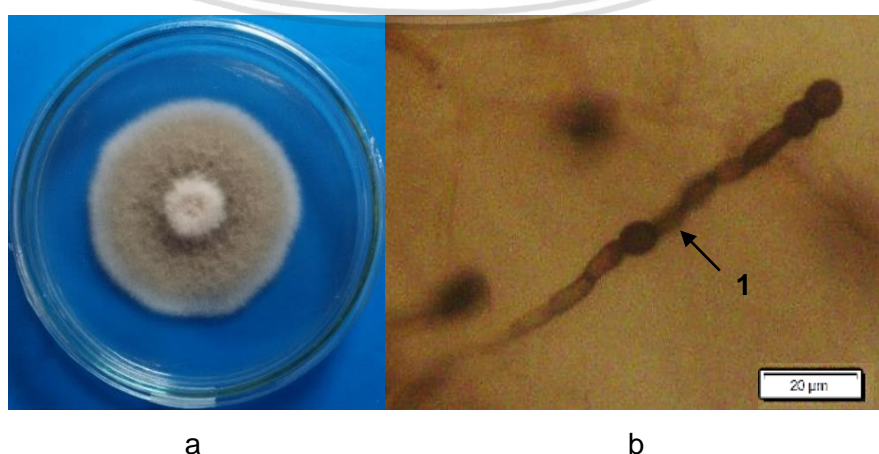


Gambar 20. Jamur EP6. a: koloni umur 6 hari pada media PDA; b: morfologi, 1: hifa

## 7. Jamur EP7

**Makroskopis.** Koloni jamur pada media PDA menunjukkan warna koloni oranye muda agak kecokelatan dengan tepian berwarna putih. Balik koloni mempunyai lingkaran konsentris dengan titik pusat berwarna cokelat tua, diikuti warna oranye dan putih pada lingkaran selanjutnya. Permukaan kasar, elevasi timbul, tidak transparan, dan tepian seperti bercabang. Diameter koloni saat umur 6 hari mencapai 6 cm (Gambar 21a).

**Mikroskopis.** Morfologi jamur ditunjukkan dengan hifa panjang, bersekat, seperti rantai, berwarna cokelat. Tidak ditemukan konidia hingga hari ke 7 masa inkubasi (Gambar 21b). Berdasarkan deskripsi makroskopis dan mikroskopis, jamur EP7 tidak dapat teridentifikasi. Hal ini dikarenakan ciri morfologi jamur tersebut tidak terdapat di dalam buku panduan identifikasi.

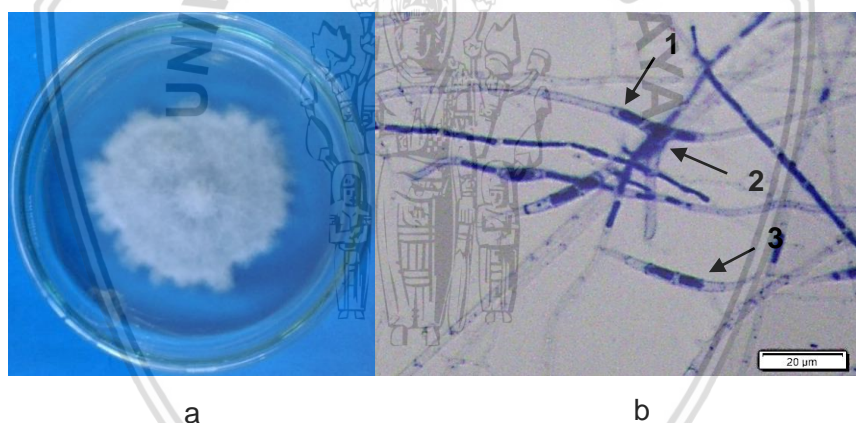


Gambar 21. Jamur EP7. a: koloni umur 6 hari pada media PDA; b: morfologi, 1: hifa

### 8. *Fusarium* sp.

**Makroskopis.** Koloni pada media PDA menunjukkan warna permukaan koloni putih dan warna balik koloni berwarna putih agak krem. Bentuk koloni tidak beraturan dan menyebar serta tidak memiliki lingkaran konsentris. Permukaan halus seperti kapas, elevasi timbul, tidak transparan, dan tepian seperti wol. Pertumbuhan diameter koloni saat umur 6 hari mencapai 6,5 cm (Gambar 22a). Menurut Gandjar *et al.* (1999), miselia jamur *Fusarium* seperti kapas, kemudian menjadi seperti beludru dan berwarna putih atau salem.

**Mikroskopis.** Morfologi jamur ditunjukkan dengan hifa bersekat. Konidiofor tidak bercabang. Konidia bersepta 5, bentuknya lancip dengan ujung melengkung seperti bulan sabit, dan panjang konidia berukuran 38,83  $\mu\text{m}$  (Gambar 22b). Menurut Gandjar *et al.* (1999), konidiofor *Fusarium* dapat bercabang atau tidak. Makrokonidia bersepta 3-5, berbentuk fusiform, sedikit membengkok, meruncing pada kedua ujungnya dan berukuran 27-46 x 3-4,5  $\mu\text{m}$ .

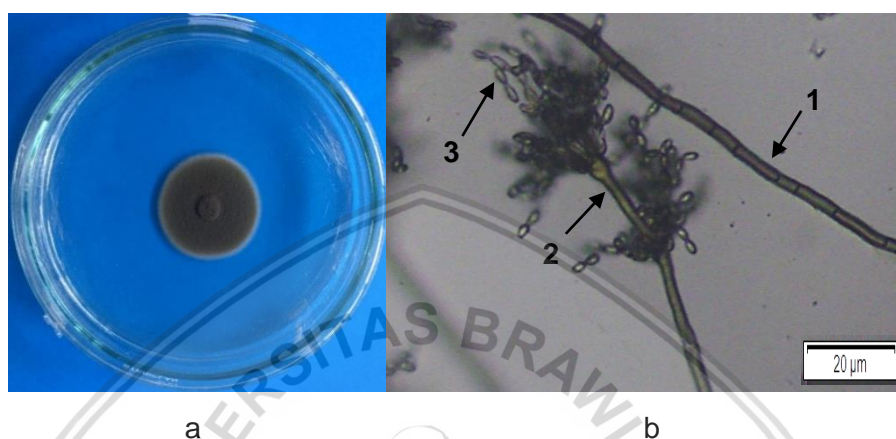


Gambar 22. Jamur *Fusarium* sp. a: koloni umur 6 hari pada media PDA; b: morfologi 1: hifa 2: konidiofor 3: konidia

### 9. *Cladosporium* sp.

**Makroskopis.** Koloni jamur pada media PDA menunjukkan warna koloni hijau tua dengan tepian putih dan balik koloni berwarna hijau kehitaman. Bentuk koloni bundar serta tidak memiliki lingkaran konsentris. Permukaan halus, elevasi timbul, tidak transparan, dan tepian licin. Pertumbuhan diameter koloni saat umur 7 hari mencapai 3,2 cm (Gambar 23a). Menurut Gandjar *et al.* (1999), koloni *Cladosporium* memiliki penampakan seperti beludru dan dapat juga seperti tepung, berwarna hijau tua redup hingga hijau tua kecokelatan.

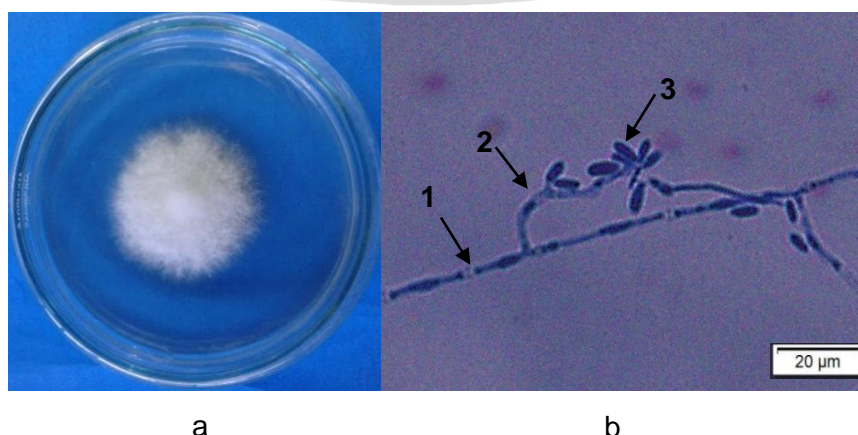
**Mikroskopis.** Morfologi jamur ditunjukkan dengan hifa bersekat. Konidiofor bercabang dan berwarna gelap. Konidia bentuknya bulat telur memanjang menyerupai rantai dengan ukuran  $2,31 \times 3,53 \mu\text{m}$  (Gambar 23b). Barnett dan Hunter (1972) menyatakan bahwa, konidiofor *Cladosporium* tinggi, gelap, tegak, bercabang. Konidia gelap, 1 atau 2 sel, bentuknya bulat telur hingga silinder dan seringkali membentuk rantai.



Gambar 23. Jamur *Cladosporium* sp. a: koloni umur 7 hari pada media PDA; b: morfologi, 1: hifa 2: konidiofor 3: konidia

#### 10. *Asteromyces* sp.

**Makroskopis.** Koloni jamur pada media PDA menunjukkan warna permukaan putih dan warna balik koloni krem. Bentuk koloni bundar serta tidak memiliki lingkaran konsentris. Permukaan halus, elevasi timbul, tidak transparan, dan tepian bercabang. Pertumbuhan diameter koloni saat umur 7 hari mencapai 5,5 cm (Gambar 24a). Sultana *et al.* (2014) menyatakan bahwa, koloni pada PDA tebal atau relatif tipis dan menyebar.



Gambar 24. Jamur *Asteromyces* sp. a: koloni umur 7 hari pada media PDA; b: morfologi, 1: hifa 2: konidiofor 3: konidia



**Mikroskopis.** Morfologi jamur ditunjukkan dengan hifa hialin. Konidiofor bercabang. Konidia berbentuk bulat telur dengan ukuran  $(4,4-6,2) \times (2,07-2,45) \mu\text{m}$  (Gambar 24b). Barnett dan Hunter (1972) menyatakan bahwa, hifa *Asteromyces* hialin sampai cokelat, konidiofor sedikit bercabang, konidia berbentuk bulat telur hingga obclavate (seperti buah alpukat) dengan ujung puncak membulat.

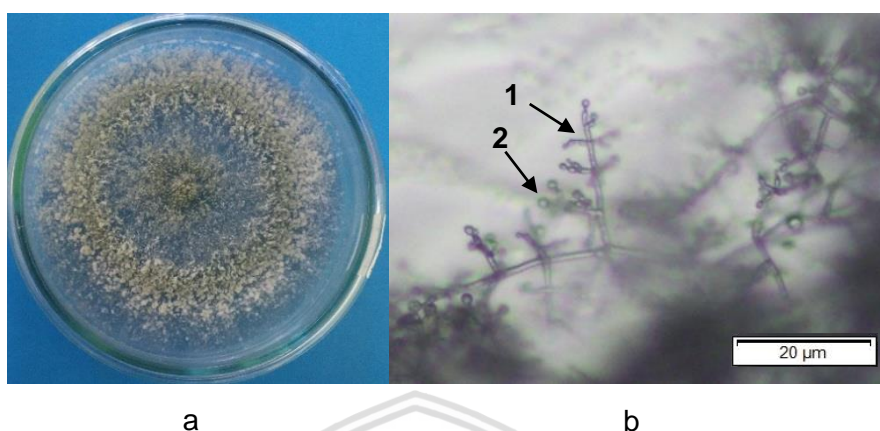
#### 4.3 Deskripsi Isolat Jamur Endofit *Trichoderma* sp.

Isolat jamur endofit *Trichoderma* sp. diperoleh dari koleksi Laboratorium Penyakit Tumbuhan, FPUB, Malang. Jamur *Trichoderma* sp. disini digunakan sebagai perlakuan pembanding uji antagonis jamur endofit. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk membandingkan potensi antagonisme jamur endofit dari tanaman padi dengan jamur *Trichoderma* sp. Hal yang mendasari penggunaan jamur *Trichoderma* sp. sebagai perlakuan pembanding yaitu jamur *Trichoderma* sp. merupakan jamur antagonis yang memiliki kemampuan tinggi dalam menghambat patogen pada penelitian-penelitian terdahulu. Sulistyowati *et al.* (2005 dalam Sudantha dan Abadi, 2011) melaporkan bahwa, jamur endofit *Trichoderma asperellum* yang diisolasi dari jaringan batang jeruk bertindak sebagai antagonis terhadap jamur *Phytophthora* spp. dan *Diplodia* spp. Sudantha dan Abadi (2011) melaporkan bahwa, jamur endofit *Trichoderma* spp. efektif mengendalikan jamur *F. oxysporum* f. sp. *vanillae* melalui mekanisme kompetisi ruang, mikoparasit dan antibiosis. Selain itu, Mukarlina *et al.* (2010) juga melaporkan bahwa, jamur *Trichoderma harzianum* dalam kondisi *in vitro* mampu menekan pertumbuhan jamur *Fusarium* spp. yang menginfeksi tanaman cabai dengan persentase antagonis mencapai 94,2%.

**Makroskopis.** Koloni jamur pada media PDA menunjukkan warna koloni saat muda berwarna putih hialin kemudian berubah menjadi hijau muda dan saat koloni tua berubah menjadi hijau tua. Warna balik koloni hijau, bentuk koloni bundar dan mempunyai lingkaran konsentris. Permukaan kasar dan terdapat butiran halus, elevasi timbul, dan tepian siliat. Pertumbuhan koloni tergolong cepat dengan diameter koloni saat umur 3 hari mencapai 9 cm (Gambar 25a).

**Mikroskopis.** Morfologi jamur ditunjukkan dengan konidiofor bercabang, memiliki fialid, dan hialin. Konidia berbentuk bulat dan hialin dengan ukuran  $2,5-3 \mu\text{m}$  (Gambar 25b). Hal ini sesuai dengan pernyataan Barnett dan Hunter (1972) bahwa konidiofor bercabang dan hialin, fialid tunggal atau berkelompok. Konidia hialin dan berbentuk bulat telur. Gandjar *et al.* (1999) juga mengemukakan bahwa

konidiofor bercabang dan membentuk seperti piramida. Konidia berbentuk semibulat hingga oval dan berukuran  $(2,8-3,2) \times (2,5-2,8) \mu\text{m}$ .



Gambar 25. Jamur *Trichoderma* sp. a: koloni umur 4 hari pada media PDA; b: morfologi, 1: konidiofor 2: konidia

#### 4.4 Isolasi dan Identifikasi Khamir pada Tanaman Padi

Berdasarkan hasil isolasi dan identifikasi diperoleh 3 isolat khamir yang berbeda dari batang dan daun tanaman padi (Tabel 2). Bagian daun tanaman padi ditemukan 3 isolat khamir dan dari batang tanaman padi ditemukan 1 isolat khamir.

Tabel 2. Khamir yang ditemukan pada batang dan daun tanaman padi

Jaringan Tanaman Padi	Genus
Daun	1. <i>Candida</i> sp.
	2. <i>Pichia</i> sp.
	3. <i>Metschnikowia</i> sp.
Batang	1. <i>Candida</i> sp.

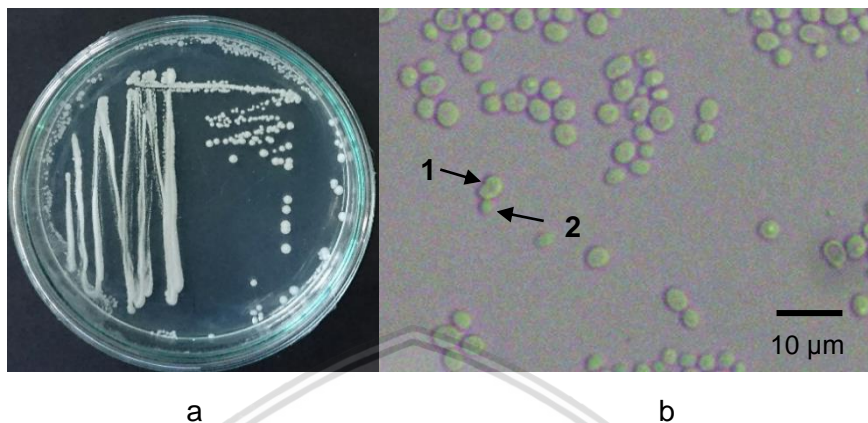
Berikut merupakan hasil pengamatan genus khamir berdasarkan ciri koloni dan morfologi sel:

##### 1. *Candida* sp.

**Koloni.** Isolat khamir menunjukkan koloni berwarna putih tulang, tekstur butiran, tepi koloni rata, bentuk koloni tunggal tidak berfilamen, dengan permukaan mengkilap dan elevasi cembung (Gambar 26a).

**Morfologi sel.** Pengamatan morfologi sel berbentuk bulat lonjong, dengan ukuran  $2,33-4,48 \mu\text{m}$ , sel tunggal dan memiliki tipe pertunasan multilateral (Gambar 26b). Kurtzman dan Fell (1998) mendeskripsikan bahwa khamir genus *Candida* sp. memiliki koloni seperti butiran, koloni berwarna putih, memiliki bentuk permukaan cembung dan bertekstur halus. Sedangkan ciri-ciri mikroskopis

*Candida* sp. sel-selnya tunggal dan berbentuk bulat, lonjong, maupun bulat lonjong. Ukuran sel berkisar antara  $(1,5-4,0) \times (1,5-5,0) \mu\text{m}$  dan membelah dengan cara berkelompok seperti rantai.

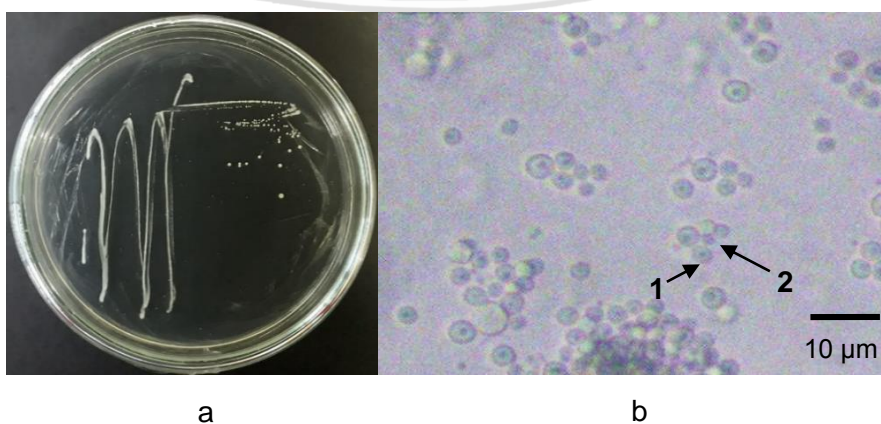


Gambar 26. Khamir *Candida* sp. a: koloni umur 7 hari pada media YMA; b: morfologi, 1: sel khamir 2: tunas

## 2. *Pichia* sp.

**Koloni.** Isolat khamir menunjukkan koloni berwarna putih, tekstur butiran, tepi koloni rata, bentuk koloni tunggal tanpa filamen, permukaan halus dan mengkilap, serta elevasi agak cembung (Gambar 27a).

**Morfologi sel.** Sel berbentuk bulat, dengan ukuran  $2,07-3,62 \mu\text{m}$ , sel tunggal dan tipe pertunasan multilateral (Gambar 27b). Kurtzman dan Fell (1998) mendiskripsikan bahwa *Pichia* sp. memiliki warna koloni putih, berbentuk butiran, dan memiliki tekstur halus. Sedangkan ciri-ciri mikroskopis *Pichia* sp. yaitu sel-selnya berbentuk bulat telur berukuran  $2-5,7 \mu\text{m}$ , bersel tunggal, membentuk rantai pendek, tipe pertunasan multilateral.



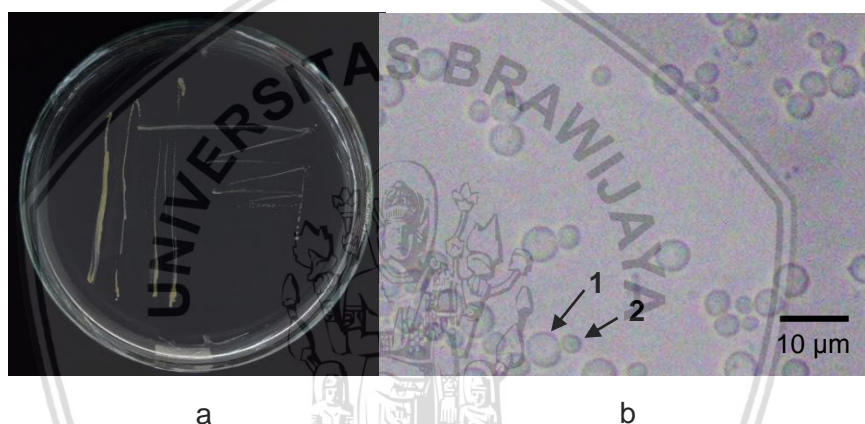
Gambar 27. Khamir *Pichia* sp. a: koloni umur 7 hari pada media YMA; b: morfologi, 1: sel khamir 2: tunas



### 3. *Metschnikowia* sp.

**Koloni.** Isolat khamir menunjukkan koloni berwarna krem agak oranye, tekstur butiran, tepi koloni rata, bentuk koloni tunggal tanpa filamen, permukaan halus dan mengkilap, serta elevasi agak cembung (Gambar 28a).

**Morfologi sel.** Sel berbentuk bulat, dengan ukuran  $(2,58-3,44) \times (4,8-5,58) \mu\text{m}$ , sel tunggal dan tipe pertunasan multilateral (Gambar 28b). Kurtzman dan Fell (1998) mendiskripsikan bahwa *Metschnikowia* sp. memiliki koloni berwarna krem, permukaan halus dan mengkilap, tepian rata. Sedangkan ciri-ciri mikroskopis *Metschnikowia* sp. yaitu sel-selnya berbentuk bulat sampai elip, biasanya berukuran  $(2,5-5) \times (4-7) \mu\text{m}$ , bersel tunggal dan reproduksi melalui pertunasan multilateral.



Gambar 28. Khamir *Metschnikowia* sp. a: koloni umur 7 hari pada media YMA; b: morfologi, 1: sel khamir 2: tunas

#### 4.5 Uji Antagonis Jamur Endofit terhadap Jamur *Pyricularia* sp. secara *In Vitro*

Berdasarkan hasil uji antagonis, dari 11 isolat yang diujikan hanya 10 isolat yang dianalisis ragam. Pada analisis ragam, jamur *Cladosporium* sp. tidak diikuti sertakan dalam pengolahan data dikarenakan daya hambat jamur *Cladosporium* sp. sangat rendah yaitu 0% sampai 6 HSI. Mindarsusi *et al.* (2015) menyatakan bahwa, isolat jamur endofit *Cladosporium* sp. tidak dapat menekan pertumbuhan jamur patogen *Sclerotium rolfsii* Sacc. dikarenakan pertumbuhan jamurnya yang lambat.

Berdasarkan hasil analisis ragam, masing-masing isolat jamur endofit memiliki daya hambat yang berbeda-beda (Tabel 3). Menurut Soesanto (2008 dalam Mutabalian *et al.*, 2015), setiap agens hayati yang berbeda memiliki kemampuan dan mekanisme penghambatan tersendiri. Pada hasil uji antagonis,

masing-masing isolat jamur endofit mempunyai potensi untuk menghambat *Pyricularia* sp. jika ditumbuhkan pada media PDA walaupun terdapat jamur endofit yang mempunyai nilai persentase penghambatan kecil.

Tabel 3. Rerata persentase penghambatan jamur endofit terhadap jamur patogen *Pyricularia* sp.

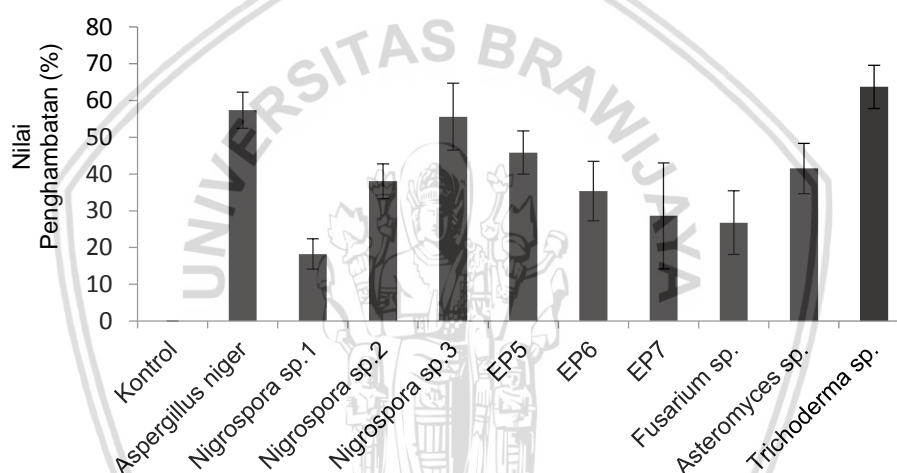
No.	Jenis Jamur Endofit	Rerata Penghambatan (%) pada Pengamatan ke ... HSI $\pm$ SD			
		4	5	6	7
1	Kontrol	0,0 $\pm$ 0,0 a	0,0 $\pm$ 0,0 a	0,0 $\pm$ 0,0 a	0,0 $\pm$ 0,0 a
2	<i>Aspergillus niger</i>	36,1 $\pm$ 10,3 cde	45,1 $\pm$ 4,0 ef	52,5 $\pm$ 5,3 ef	57,3 $\pm$ 4,9 ef
3	<i>Nigrospora</i> sp.1	9,4 $\pm$ 0,7 ab	10,2 $\pm$ 1,7 ab	13,9 $\pm$ 6,2 ab	18,2 $\pm$ 4,1 b
4	<i>Nigrospora</i> sp.2	28,8 $\pm$ 11,0 bcd	30,3 $\pm$ 11,3 cde	36,4 $\pm$ 6,4 cd	38,0 $\pm$ 4,6 cd
5	<i>Nigrospora</i> sp.3	46,2 $\pm$ 9,4 de	48,0 $\pm$ 13,8 ef	51,5 $\pm$ 10,2 de	55,5 $\pm$ 9,0 ef
6	Jamur EP5	28,1 $\pm$ 11,6 bcd	35,5 $\pm$ 1,7 def	37,7 $\pm$ 3,1 cd	45,8 $\pm$ 5,8 de
7	Jamur EP6	18,3 $\pm$ 10,6 abc	19,6 $\pm$ 12,0 bcd	29,3 $\pm$ 8,8 bc	35,3 $\pm$ 8,0 cd
8	Jamur EP7	16,6 $\pm$ 6,8 abc	23,4 $\pm$ 10,8 bcd	26,3 $\pm$ 12,8 bc	28,6 $\pm$ 14,3 bc
9	<i>Fusarium</i> sp.	12,4 $\pm$ 4,4 ab	13,6 $\pm$ 2,7 abc	21,6 $\pm$ 5,9 bc	26,7 $\pm$ 8,6 bc
10	<i>Asteromyces</i> sp.	19,0 $\pm$ 2,3 abc	31,4 $\pm$ 6,5 cde	33,8 $\pm$ 9,8 c	41,5 $\pm$ 6,8 cde
11	<i>Trichoderma</i> sp.	47,6 $\pm$ 10,7 e	51,7 $\pm$ 8,1 f	63,6 $\pm$ 5,8 e	63,6 $\pm$ 5,8 f

Keterangan: Angka-angka disertai huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT dengan taraf kepercayaan 95%. SD: Standar Deviasi

Pada 4 HSI dan 5 HSI, nilai penghambatan tertinggi oleh jamur endofit hasil isolasi tanaman padi terhadap jamur patogen *Pyricularia* sp. yaitu isolat *Nigrospora* sp.3 sedangkan nilai penghambatan terendah yaitu jamur *Nigrospora* sp.1. Pada pengamatan 5 HSI dan 6 HSI, persentase penghambatan paling tinggi yaitu jamur *Aspergillus niger* sedangkan persentase penghambatan terendah yaitu *Nigrospora* sp.1. Nilai penghambatan yang tinggi oleh jamur *A. niger* dan jamur *Nigrospora* sp.3 bisa disebabkan oleh pertumbuhan jamur tersebut yang cepat pada cawan Petri sehingga terjadi kompetisi ruang dan nutrisi. Mutabalian *et al.* (2015) menyatakan bahwa, pertumbuhan jamur endofit mendekati jamur patogen menyebabkan terhambatnya pertumbuhan jamur patogen. Penghambatan tersebut bisa terjadi karena adanya persaingan diantara kedua isolat tersebut yaitu persaingan ruang tumbuh dan nutrisi yang ada dalam media tumbuh.

Pada tabel 3 juga dapat dilihat perbandingan nilai hambatan jamur endofit dari tanaman padi dengan jamur *Trichoderma* sp. Pada 4 HSI sampai 7 HSI, nilai penghambatan jamur *Trichoderma* sp. sebagai perlakuan pembanding lebih tinggi daripada jamur endofit lainnya yaitu mencapai 63,6%. Hal ini dikarenakan pertumbuhan jamur *Trichoderma* sp. pada 3 HSI sudah menyelimuti jamur patogen, sehingga tidak ada ruang bagi pertumbuhan jamur patogen. Selain itu,

hifa jamur patogen juga mengalami lisis dan tidak dapat tumbuh sampai diakhir pengamatan. Sudantha dan Abadi (2011) melaporkan bahwa, jamur *Trichoderma* spp. dapat menyebabkan hifa jamur *Fusarium oxysporum* lisis apabila terjadi kontak hifa antar kedua jamur tersebut. Menurut Vinale *et al.* (2014), metabolit sekunder jamur *Trichoderma* spp. dapat berupa senyawa antibiotik, enzim, toksin, dan hormon. Senyawa antibiotik yang dihasilkan jamur *Trichoderma* spp. diantaranya adalah viridins, kininginins, cytosperone, trichodermol, manitol, dan 2-hidroksimalonate acid. Menurut Tarus *et al.* (2003), metabolit jamur *T. harzianum* dan jamur *T. longibrachiatum* yaitu 2-Phenylethanol, tyrosol, 6-n-Pentyl- $\alpha$ -pyrone, sorbicillin, dan ergosterol yang menunjukkan aktivitas anti jamur dan menghambat pertumbuhan jamur patogen *Armillariella mellea* pada tanaman teh.



Gambar 29. Histogram rerata persentase penghambatan jamur endofit terhadap jamur *Pyricularia* sp. pada 7 HSI

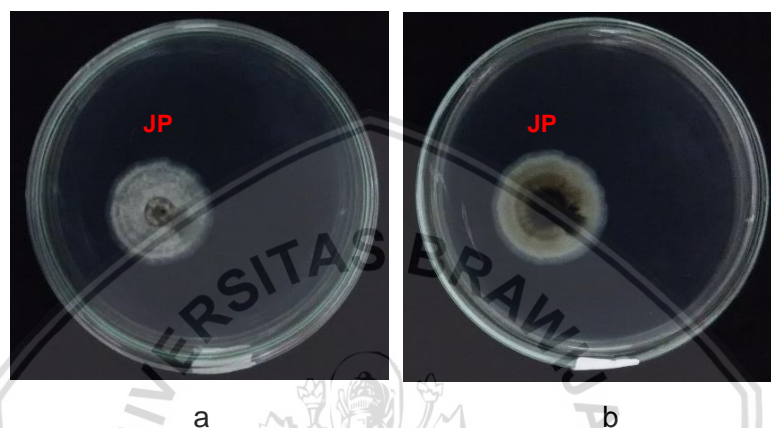
Terdapat 2 jamur endofit dari tanaman padi yang memiliki persentase hambatan diatas 50% yaitu jamur *A. niger* sebesar 57,3% dan *Nigrospora* sp.3 sebesar 55,5% (Gambar 29). Nilai penghambatan jamur *A. niger* dan *Nigrospora* sp.3 tersebut tidak berpengaruh nyata dengan nilai penghambatan *Trichoderma* sp. sebagai perlakuan pembanding. Menurut Maria *et al.* (2005), jamur endofit dari genus *Aspergillus* dan *Nigrospora* berperan sebagai penghasil antimikroba. Menurut Lelana *et al.* (2015), beberapa studi menunjukkan bahwa *Aspergillus* sp. menghasilkan metabolit sekunder dan senyawa antibiotik diantaranya *tensyuic acid*, *cyclopentenedione*, *diketopiperazines*, *lactone*, *benzophenone*, *terpene*, *anthraquinone*, *diphenyl ethers* dan *alkaloid*, sehingga jamur-jamur tersebut mampu dalam menghambat pertumbuhan jamur patogen *Pyricularia* sp.



Berikut merupakan hasil pengamatan uji antagonis jamur endofit dengan jamur patogen di media PDA pada 7 HSI:

### 1. Kontrol

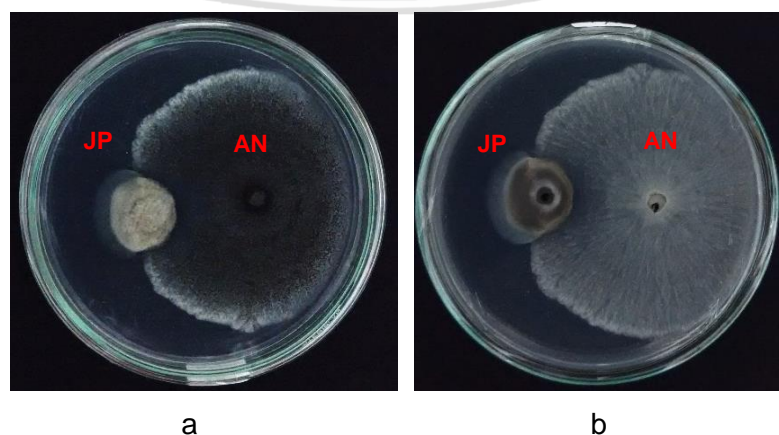
Penumbuhan koloni jamur patogen *Pyricularia* sp. tanpa jamur endofit disini digunakan sebagai perlakuan kontrol. Pertumbuhan koloni jamur patogen *Pyricularia* sp. terus meluas dari 2 HSI sampai 7 HSI (Gambar 30). Hal ini dikarenakan tidak adanya jamur endofit yang menghambat pertumbuhannya.



Gambar 30. Jamur *Pyricularia* sp. (JP) tanpa jamur endofit pada uji antagonis. a: tampak atas; b: tampak bawah

### 2. *Aspergillus niger*

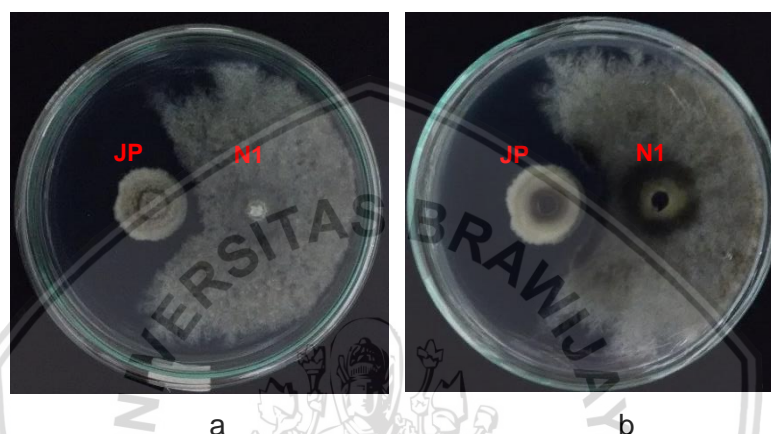
Pertumbuhan koloni jamur *A. niger* lebih cepat dan luas daripada jamur *Pyricularia* sp. Kedua koloni bersinggungan pada 4 HSI. Pada 4 HSI, koloni jamur *Pyricularia* sp. yang mendekati jamur endofit mulai berhenti pertumbuhannya karena desakan jamur *A. niger*, sedangkan koloni yang berlawanan dengan jamur endofit masih dapat tumbuh menjauhi pusat koloni jamur *A. niger* (Gambar 31).



Gambar 31. Jamur *Aspergillus niger* (AN) terhadap jamur *Pyricularia* sp. (JP) pada uji antagonis. a: tampak atas; b: tampak bawah

### 3. *Nigrospora* sp.1

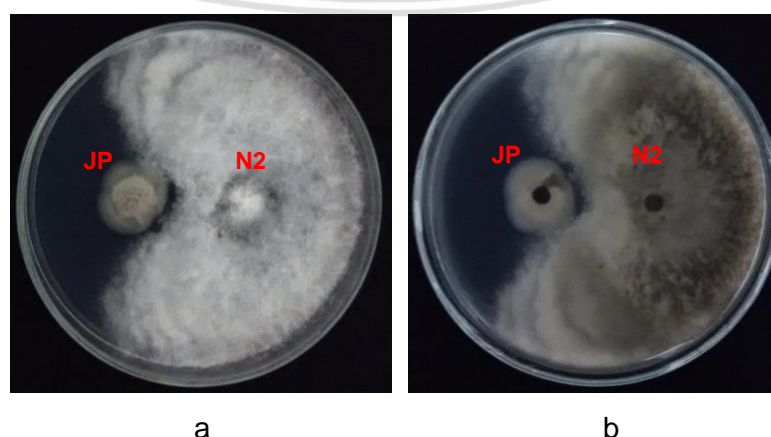
Pertumbuhan koloni jamur *Nigrospora* sp.1 lebih cepat daripada jamur *Pyricularia* sp. Kedua jamur tersebut tidak dapat bersinggungan sampai 7 HSI. Diantara bagian koloni jamur *Pyricularia* sp. dan *Nigrospora* sp.1 terdapat zona kosong atau bening dan tidak ditumbuhi koloni kedua jamur. Pertumbuhan koloni jamur *Nigrospora* sp.1 yang cepat menjadikan pertumbuhan koloni jamur *Pyricularia* sp. terhambat (Gambar 32). Hal ini terlihat dari lambatnya pertumbuhan koloni jamur *Pyricularia* sp. baik yang mendekati maupun menjauhi jamur endofit.



Gambar 32. Jamur *Nigrospora* sp.1 (N1) terhadap jamur *Pyricularia* sp. (JP) pada uji antagonis. a: tampak atas; b: tampak bawah

### 4. *Nigrospora* sp.2

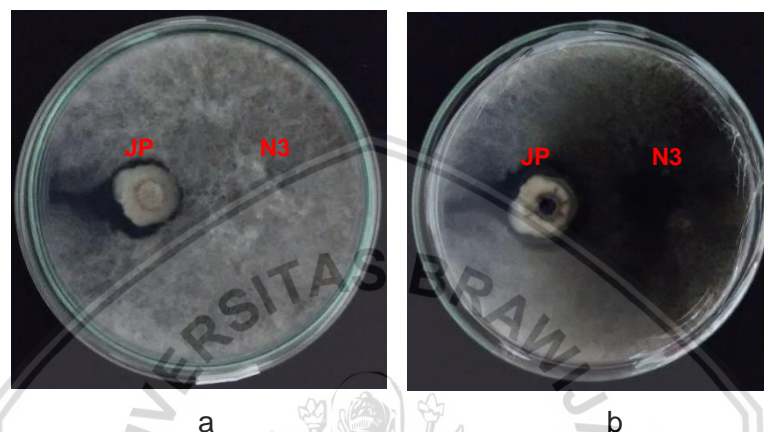
Pertumbuhan koloni jamur *Nigrospora* sp.2 jauh lebih cepat dibandingkan dengan jamur *Pyricularia* sp. Kedua koloni jamur tersebut bersinggungan pada 3 HSI sampai 7 HSI dan terdapat sedikit zona bening yang tidak dapat ditumbuhi oleh kedua jamur (Gambar 33).



Gambar 33. Jamur *Nigrospora* sp.2 (N2) terhadap jamur *Pyricularia* sp. (JP) pada uji antagonis. a: tampak atas; b: tampak bawah

### 5. *Nigrospora* sp.3

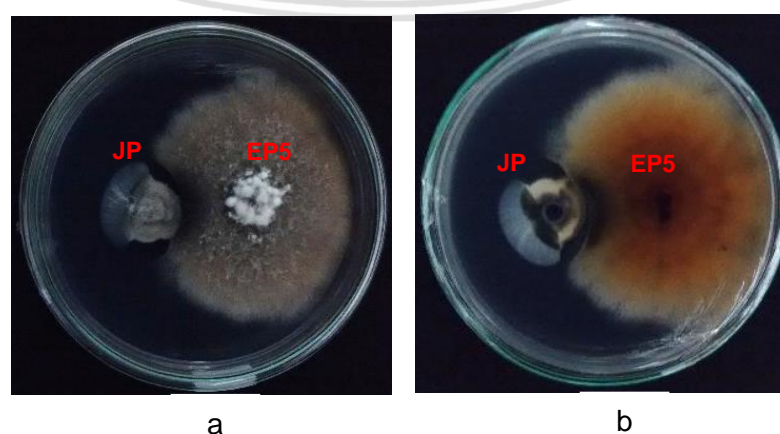
Pertumbuhan koloni jamur *Nigrospora* sp.3 lebih cepat daripada koloni jamur *Pyricularia* sp. Koloni jamur *Nigrospora* sp.3 dan *Pyricularia* sp. mulai bersinggungan pada 3 HSI. Pada 7 HSI terlihat koloni jamur *Nigrospora* sp.3 tumbuh hampir memenuhi cawan Petri, melingkari jamur *Pyricularia* sp. dan membuat pertumbuhan *Pyricularia* sp. terhambat. Tampak adanya zona hambatan di sekeliling jamur *Pyricularia* sp. yang berwarna putih menjadi hitam (Gambar 34).



Gambar 34. Jamur *Nigrospora* sp.3 (N3) terhadap jamur *Pyricularia* sp. (JP) pada uji antagonis. a: tampak atas; b: tampak bawah

### 6. Jamur EP5

Koloni jamur EP5 tumbuh lebih cepat daripada jamur *Pyricularia* sp. Kedua koloni tersebut bersinggungan pada 5 HSI. Hal ini membuat pertumbuhan jamur *Pyricularia* sp. ke arah jamur EP5 menjadi terhenti dan hanya bisa tumbuh ke arah sebaliknya. Terdapat zona bening yang tidak ditumbuhi kedua jamur tersebut dan terdapat perubahan warna menjadi gelap di daerah persinggungan (Gambar 35).



Gambar 35. Jamur EP5 terhadap jamur *Pyricularia* sp. (JP) pada uji antagonis. a: tampak atas; b: tampak bawah



### 7. Jamur EP6

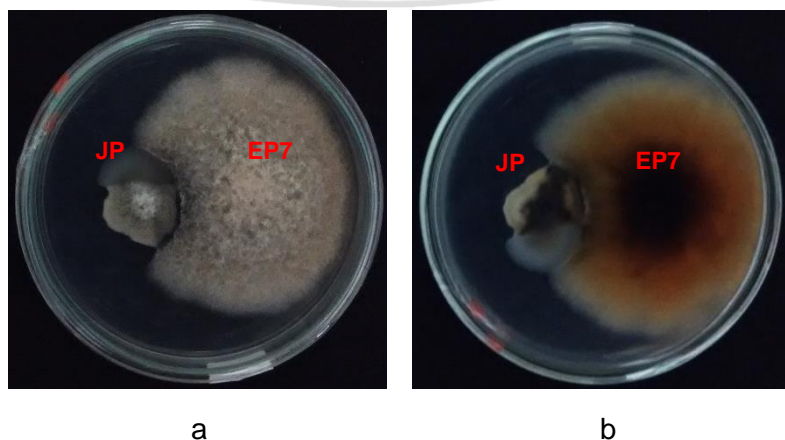
Pertumbuhan koloni jamur EP6 lebih cepat daripada jamur *Pyricularia* sp. Pada 4 HSI pertumbuhan koloni jamur *Pyricularia* sp. kearah jamur EP6 menjadi terhambat dan koloni jamur *Pyricularia* sp. hanya mampu tumbuh kearah yang berlawanan dengan jamur EP6. Pada bagian diantara kedua jamur terdapat zona bening dan tidak ditumbuhi koloni kedua jamur tersebut (Gambar 36).



Gambar 36. Jamur EP6 terhadap jamur *Pyricularia* sp. (JP) pada uji antagonis. a: tampak atas; b: tampak bawah

### 8. Jamur EP7

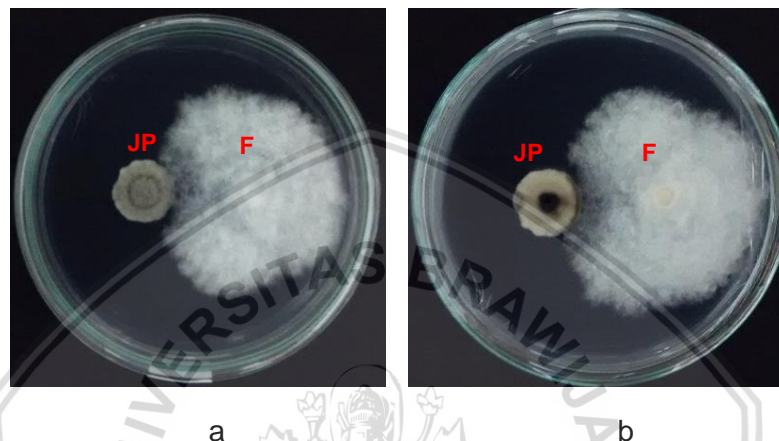
Koloni jamur EP7 tumbuh lebih cepat daripada koloni jamur *Pyricularia* sp. Kedua jamur tersebut beringgungan pada 5 HSI. Pada 5 HSI sampai 7 HSI, jamur *Pyricularia* sp. tidak dapat tumbuh menuju jamur EP7 dan hanya dapat tumbuh kearah yang berlawanan dengan jamur EP7. Pada bagian persinggungan kedua jamur tersebut terdapat sedikit zona bening yang tidak ditumbuhi oleh kedua jamur tersebut (Gambar 37).



Gambar 37. Jamur EP7 terhadap jamur *Pyricularia* sp. (JP) pada uji antagonis. a: tampak atas; b: tampak bawah

### 9. *Fusarium* sp.

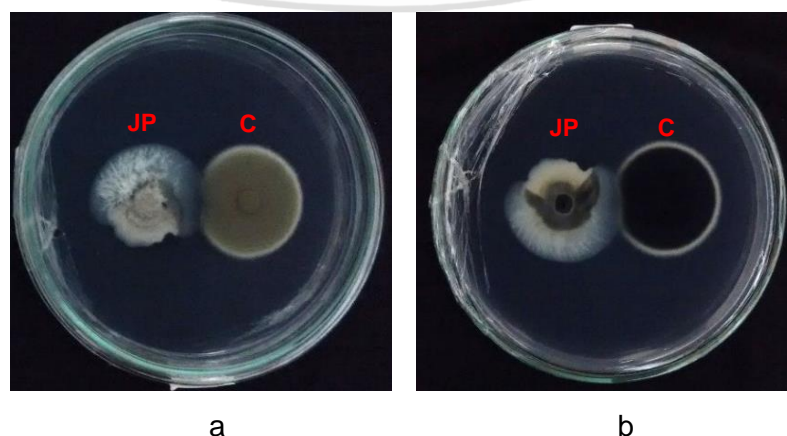
Koloni jamur *Fusarium* sp. tumbuh cepat daripada jamur *Pyricularia* sp. Pada 5 HSI kedua jamur tersebut bersinggungan sehingga jamur *Pyricularia* sp. tidak mampu lagi tumbuh ke arah jamur *Fusarium* sp. Koloni jamur *Pyricularia* sp. yang berada di bagian persinggungan berubah warna menjadi hitam (Gambar 38). Menurut Maria *et al.* (2005), jamur endofit dari genus *Fusarium* berperan sebagai penghasil antimikroba.



Gambar 38. Jamur *Fusarium* sp. (F) terhadap jamur *Pyricularia* sp. (JP) pada uji antagonis. a: tampak atas; b: tampak bawah

### 10. *Cladosporium* sp.

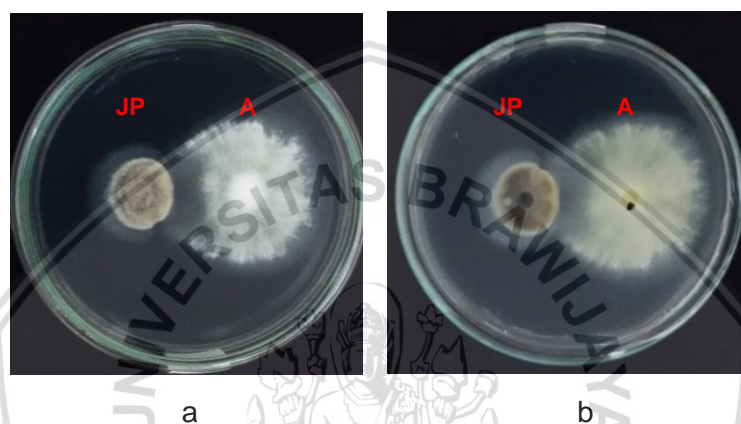
Pertumbuhan koloni jamur *Cladosporium* sp. dengan jamur *Pyricularia* sp. hampir sama. Jamur *Cladosporium* sp. pada 6 HSI baru mulai bersinggungan dan mendesak jamur *Pyricularia* sp. Pada bagian persinggungan, miselium jamur *Pyricularia* sp. berwarna agak pudar berbeda dengan miselium yang tidak berada di bagian persinggungan (Gambar 39).



Gambar 39. Jamur *Cladosporium* sp. (C) terhadap jamur *Pyricularia* sp. (JP) pada uji antagonis. a: tampak atas; b: tampak bawah

### 11. *Asteromyces* sp.

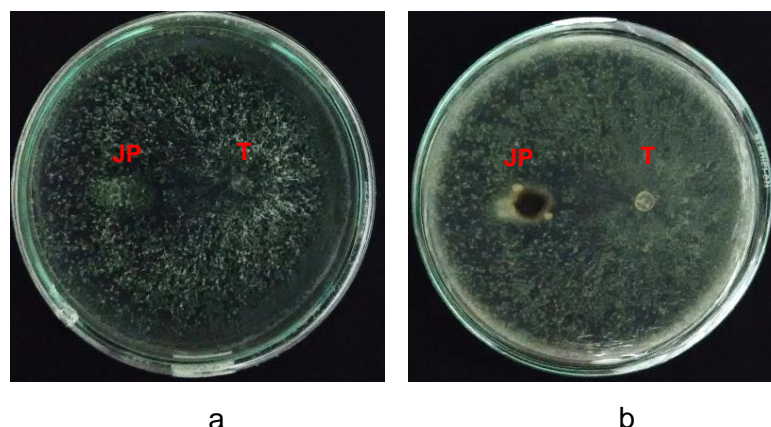
Pertumbuhan koloni jamur *Asteromyces* sp. lebih cepat daripada jamur *Pyricularia* sp. Pada 5 HSI kedua koloni jamur tersebut bersinggungan. Hal ini menyebabkan koloni jamur *Pyricularia* sp. tidak mampu tumbuh ke arah jamur *Asteromyces* sp. dan hanya mampu tumbuh ke arah berlawanan (Gambar 40). Menurut Gulder (2012 dalam Sultana *et al.*, 2014), jamur *Asteromyces* menghasilkan peptapeptide lajollamide A, dan senyawa regiolone, hyalodendrin, gliovictin, N-norgliovictin, bis-N-norgliovictin yang memiliki banyak aktivitas biologis dan sifat antimikroba.



Gambar 40. Jamur *Asteromyces* sp. (A) terhadap jamur *Pyricularia* sp. (JP) pada uji antagonis. a: tampak atas; b: tampak bawah

### 12. *Trichoderma* sp.

Pertumbuhan koloni jamur *Trichoderma* sp. jauh lebih cepat daripada koloni jamur *Pyricularia* sp. Pada 3 HSI jamur koloni jamur *Trichoderma* sp. tumbuh menyelimuti jamur *Pyricularia* sp. sehingga pertumbuhan jamur *Pyricularia* sp. terhambat dan tidak mampu tumbuh sampai hari ke-7 (Gambar 41).



Gambar 41. Jamur *Trichoderma* sp. (T) terhadap jamur *Pyricularia* sp. (JP) pada uji antagonis. a: tampak atas; b: tampak bawah



#### 4.6 Uji Antagonis Khamir terhadap Jamur *Pyricularia* sp. secara *In Vitro*

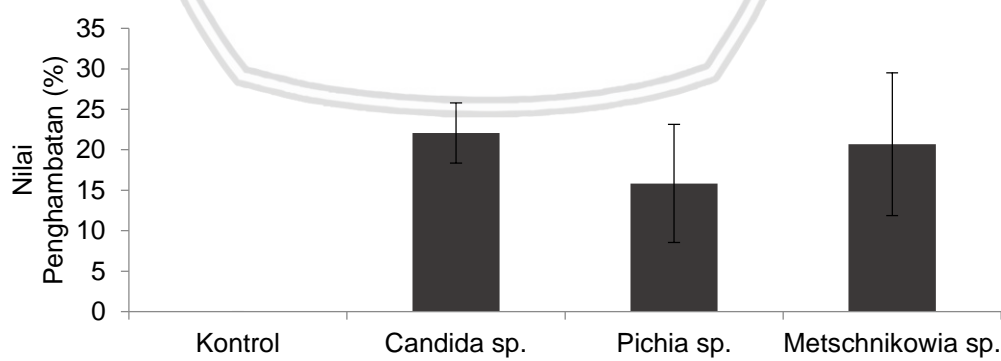
Berdasarkan hasil uji antagonis 3 isolat khamir terhadap jamur *Pyricularia* sp., masing-masing khamir memiliki persentase penghambatan yang berbeda (Tabel 4).

Tabel 4. Rerata persentase penghambatan khamir terhadap jamur patogen *Pyricularia* sp.

No.	Jenis Khamir	Rerata Penghambatan (%) pada Pengamatan ke ... HSI $\pm$ SD			
		4	5	6	7
1	Kontrol	0,0 $\pm$ 0,0 a	0,0 $\pm$ 0,0 a	0,0 $\pm$ 0,0 a	0,0 $\pm$ 0,0 a
2	<i>Candida</i> sp.	25,2 $\pm$ 6,2 b	25,0 $\pm$ 8,1 b	20,2 $\pm$ 5,0 b	22,0 $\pm$ 3,7 b
3	<i>Pichia</i> sp.	18,9 $\pm$ 6,4 b	18,3 $\pm$ 6,2 b	12,7 $\pm$ 5,7 b	15,8 $\pm$ 7,3 b
4	<i>Metschnikowia</i> sp.	25,0 $\pm$ 6,8 b	23,3 $\pm$ 6,2 b	19,9 $\pm$ 6,9 b	20,6 $\pm$ 8,8 b

Keterangan: Angka-angka disertai huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT dengan taraf kepercayaan 95%.  
SD: Standar Deviasi

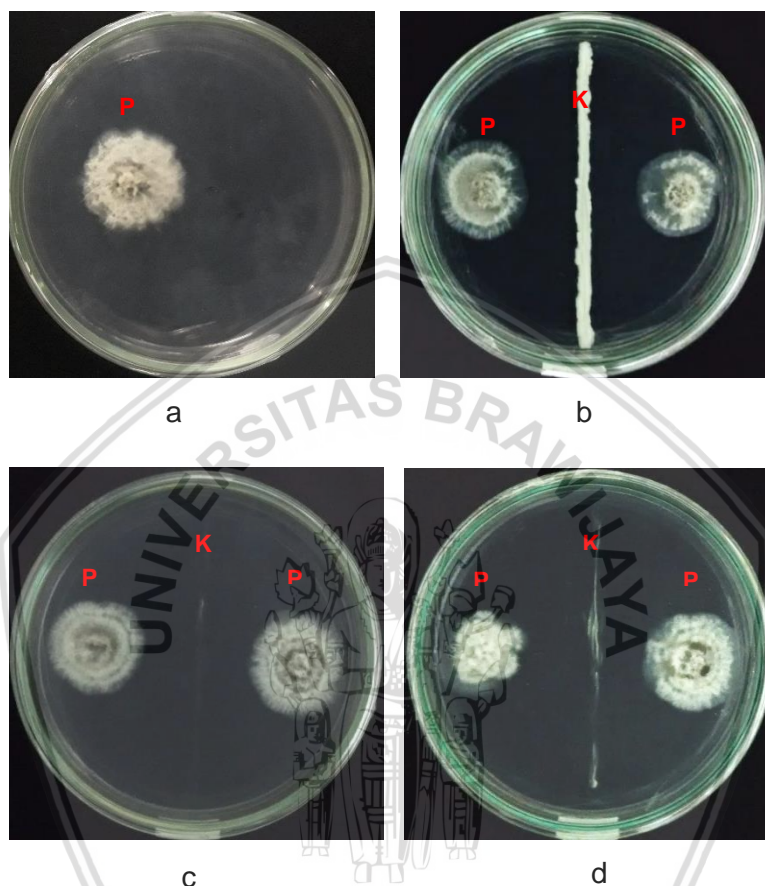
Berdasarkan hasil analisis ragam (Tabel 4), menunjukkan adanya daya hambat yang lebih tinggi oleh perlakuan khamir dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Akan tetapi antar perlakuan khamir tidak menunjukkan perbedaan daya hambat terhadap pertumbuhan jamur *Pyricularia* sp. Pada kontrol tidak memiliki presentase daya hambat sampai 7 HSI karena pada perlakuan kontrol tidak menggunakan khamir. Pada 4 HSI sampai 5 HSI khamir yang mempunyai daya hambat tertinggi yaitu khamir *Candida* sp., sedangkan khamir dengan nilai penghambatan terendah yakni khamir *Pichia* sp.



Gambar 42. Histogram rerata persentase penghambatan khamir terhadap jamur *Pyricularia* sp. pada 7 HSI

Pada 7 HSI nilai penghambatan terbesar yaitu pada khamir *Candida* sp. senilai 22%, kemudian khamir *Metschnikowia* sp. senilai 20,6% dan khamir *Pichia*

sp. senilai 15,8%. Pada histogram (Gambar 42) dapat diketahui bahwa, rerata pesentase penghambatan khamir yang diujikan tidak ada yang mencapai 50%, sehingga dapat diasumsikan bahwa potensi antagonis khamir pada yang diujikan rendah berdasarkan (Shofiana *et al.*, 2015).



Gambar 43. Uji antagonis khamir terhadap jamur *Pyricularia* sp. pada 7 HSI secara *in vitro*. a: kontrol, b: perlakuan khamir *Candida* sp., c: perlakuan khamir *Pichia* sp., d: perlakuan khamir *Metschnikowia* sp. Keterangan: P merupakan patogen, K merupakan Khamir.

Berdasarkan hasil uji antagonis antara jamur patogen *Pyricularia* sp. dengan tiga isolat khamir menunjukkan interaksi antagonis dengan jamur patogen *Pyricularia* sp. Pada perlakuan khamir *Candida* sp. terlihat hifa jamur patogen *Pyricularia* sp. yang mendekati khamir menjadi lebih tipis (Gambar 43b). Pada perlakuan khamir *Pichia* sp. terlihat koloni jamur patogen lebih kecil daripada kontrol (Gambar 43c), sedangkan pada perlakuan khamir *Metschnikowia* sp. terlihat bahwa hifa jamur patogen menjadi lebih tipis pada bagian yang tumbuh mendekati khamir serta ukurannya lebih kecil daripada kontrol (Gambar 43d). Nunes (2012 dalam Hartati *et al.*, 2014) menyatakan bahwa khamir memiliki

mekanisme antagonisme berupa kompetisi nutrisi dan ruang, parasitisme dan produksi enzim litik serta induksi ketahanan sehingga mampu mengendalikan beberapa patogen. Hartati *et al.* (2014) juga menyatakan bahwa, khamir mampu menghasilkan enzim litik dan memiliki mekanisme hiperparasitisme terhadap jamur patogen *C. acutatum*. Selain itu, Rosa-Magri *et al.* (2011) juga melaporkan bahwa khamir *Candida intermedia* mampu menghambat pertumbuhan jamur patogen *Colletotrichum sublineolum* dan jamur *Colletotrichum graminicola*, penyebab penyakit antraknosa pada sorgum dan jagung, sehingga khamir dapat digunakan sebagai agen biokontrol terhadap jamur patogen.



## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Terdapat 10 isolat jamur endofit yang ditemukan dari tanaman padi yaitu jamur *Aspergillus niger*, *Nigrospora* sp.1, *Nigrospora* sp.2, *Nigrospora* sp.3, *Fusarium* sp., *Cladosporium* sp., *Asteromyces* sp., dan 3 jamur yang tidak teridentifikasi yaitu jamur EP5, EP6 dan EP7.
2. Pada uji antagonis 10 jamur endofit tersebut mampu menghambat jamur *Pyricularia* sp. secara *in vitro*. Hasil persentase hambatan tertinggi dihasilkan oleh jamur endofit *Aspergillus niger* yaitu 57,3%, hambatan tertinggi kedua dihasilkan oleh jamur *Nigrospora* sp.3 yaitu 55,5%.
3. Terdapat 3 isolat khamir yang ditemukan dari tanaman padi yaitu khamir *Candida* sp., *Pichia* sp., dan *Metschnikowia* sp.
4. Pada uji antagonis 3 isolat khamir tersebut mampu menghambat pertumbuhan jamur *Pyricularia* sp. secara *in vitro*. Hasil persentase penghambatan tertinggi yaitu khamir *Candida* sp.

### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, perlu dilakukan serangkaian penelitian lebih lanjut mengenai mekanisme kerja jamur endofit dan khamir dalam menghambat perkembangan *Pyricularia* sp., pengujian senyawa yang dihasilkan jamur endofit dan khamir sehingga dapat menekan pertumbuhan patogen, serta identifikasi jamur endofit dan khamir hingga tingkat spesies.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aly, A. H., A. Debbab, P. Proksch. 2011. Fungal endophytes: unique plant inhabitants with great promises. *Applied Microbiology and Biotechnology* 90: 1829-1845.
- Ariyanto, E. F., A. L. Abadi, S. Djauhari. 2013. Keanekaragaman jamur endofit pada daun tanaman padi (*Oryza sativa* L.) dengan sistem pengelolaan hama terpadu (PHT) dan konvensional di Desa Bayem, Kecamatan Kasembon, Kabupaten Malang. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan* 1(2): 37-51.
- Assis, S. M. P., R. L. R. Mariano, S. J. Michereff, G. Silva, E. A. A. Maranhao. 1999. Antagonism of yeasts to *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* on cabbage phylloplane in field. *Revista de Microbiologia* 30: 191-195.
- Barnett, H. L. dan B. B. Hunter. 1972. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. Me Millan Publishing Company. New York.
- Blanco, C. G., C. I. A. Vildoso, M. L. C. Vieira, P. A. V. Barroso, J. L. Azevedo. 2002. Genetic variability in the endophytic fungus *Guignardia citricarpa* isolated from citrus plants. *Genetics and Molecular Biology* 25(2): 51-255.
- Gandjar, I., R. A. Samson, K. V. D. Tweel-Vermeulen, A. Oetari, I. Santoso. 1999. *Pengenalan Kapang Tropik Umum*. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Gandjar, I. dan W. Sjamsuridzal. 2006. *Mikologi: Dasar dan Terapan*. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Hanudin dan B. Marwoto. 2012. Prospek penggunaan mikroba antagonis sebagai agens pengendali hayati penyakit utama pada tanaman hias dan sayuran. *Jurnal Litbang Pertanian* 31(1): 8-13.
- Hartati, S., S. Wiyono, S. H. Hidayat dan M. S. Sinaga. 2014. Seleksi khamir epifit sebagai agens antagonis penyakit antraknosa pada cabai. *Jurnal Hortikultura* 24(3): 258-265.
- Indrawan, M., B. Richard, Primack, J. Supriatna. 2007. *Biologi Konservasi*. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta. p. 483.
- Intan, R. M. T., A. Cholil, L. Sulistyowati. 2014. Potensi antagonis jamur endofit dan khamir pada tanaman pisang (*Musa accumunata*) terhadap jamur *Mycosphaerella musicola* penyebab penyakit bercak kuning sigatoka. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan* 2(4): 110-118.
- Irawati, A. F. C., K. H. Mutaqin, M. T. Suhartono, Y. Sastro, Sulastri, Widodo. 2017. Eksplorasi dan pengaruh endofit yang berasal dari akar tanaman cabai terhadap pertumbuhan benih cabai merah. *Jurnal Hortikultura* 27(1): 105-112.
- Kanti, A. 2004. Identifikasi jenis khamir yang diisolasi dari tanah gambut Taman Nasional Bukit Duabelas, Jambi. *Jurnal BioSMART* 6(1): 10-14.
- Klaubauf, S., D. Tharreau, E. Fournier, J. Z. Groenewald, P. W. Crous, R. P. de Vries, M. H. Lebrun. 2014. Resolving the polyphyletic nature of *Pyricularia* (*Pyriculariaceae*). *Studies in Mycology* 79: 85-120.



- Kurtzman, C. P. dan J. W. Fell. 1998. *The Yeast: A Taxonomic Study*, 4th edition. Elsevier. Amsterdam.
- Larran, S., M. Perello, R. Simon, V. Moreno. 2002. Isolation and analysis of endophytic microorganisms in wheat (*Triticum aestivum* L.) leaves. *World Journal of Microbiology & Biotechnology* 18: 683-686.
- Lelana, N. E., I. Anggraeni, N. Mindawati. 2015. Uji antagonis *Aspergillus* sp. dan *Trichoderma* spp. terhadap *Fusarium* sp., penyebab penyakit rebah kecambah pada sengon. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman* 12(1): 23-28.
- Maria, G. L., K. R. Sridhar, N. S. Raviraja. 2005. Antimicrobial and enzyme activity of mangrove endophytic fungi of South West Coast of India. *Jurnal of Agricultural Technology* 15(1): 67-80.
- Mindarsusi, V. A. P., S. Djauhari, A. Cholil. 2015. Eksplorasi jamur endofit daun kacang tanah *Arachis hypogaea* L. Dan uji antagonis terhadap patogen *Sclerotium rolfsii* Sacc. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan* 3(3): 9-15.
- Mukarlina, S. Khotimah, R. Rianti. 2010. Uji antagonis *Trichoderma harzianum* terhadap *Fusarium* spp. penyebab penyakit layu pada tanaman cabai (*Capsicum annum*) secara *in vitro*. *Jurnal Fitomedika* 7(2): 80-85.
- Mutabalian, M., M. I. Pinem, S. Oemry. 2015. Uji antagonisme beberapa jamur saprofit dan endofit dari tanaman pisang terhadap *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* di laboratorium. *Jurnal Online Agroekoteknologi* 3(2): 687-695.
- Navi, S. S., R. Bandyopadhyay, A. J. Hall, P. J. Bramel-Cox. 1999. A Pictorial Guide for The Identification of Mold Fungi on Sorghum Grain. *Information Bulletin* no 59. India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics.
- Rogers, K. 2011. *Fungi, Algae, and Protist*. Britannica Educational Publishing. New York.
- Rosa-Magri, M. M., S. M. Tauk-Tornisielo, S. R. Ceccato-Antonini. 2011. Bioprospection of yeasts as biocontrol agents against phytopathogenic molds. *Journal Brazilian Archives of Biology and Technology* 54(1): 1-5.
- Sari, R. K. 2014. Analisis impor beras di Indonesia. *Economics Development Analysis Journal* 3(2): 320-326.
- Sastrahidayat, I. R. 2014. *Medium Buatan untuk Penelitian Penyakit Tumbuhan di Laboratorium*. UB Press. Malang.
- Semangun, H. 1991. *Penyakit-Penyakit Tanaman Pangan di Indonesia*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. p. 229-234.
- Shofiana, R. H., L. Sulistyowati, A. Muhibuddin. 2015. Eksplorasi jamur endofit dan khamir pada tanaman cengkeh (*Syzygium aromaticum*) serta uji potensi antagonismenya terhadap jamur akar putih (*Rigidoporus microporus*). *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan* 3(1): 75-83.
- Sudantha, I. M. dan A. L. Abadi. 2011. Uji efektifitas beberapa jenis jamur endofit *Trichoderma* spp. isolat lokal NTB terhadap jamur *Fusarium oxysporum* f. sp. *Vanillae* penyebab penyakit busuk batang pada bibit vanili. *Jurnal Crop Agro* 4(2): 64-72.
- Sudarma, I. M. 2013. *Penyakit Tanaman Padi (Oryza sativa L.)*. Graha Ilmu. Yogyakarta.

- Sudir, A. Nasution, Santoso, B. Nuryanto. 2014. Penyakit blas *Pyricularia grisea* pada tanaman padi dan strategi pengendaliannya. *Iptek Tanaman Pangan* 9(2): 85-96.
- Sultana, K., M. U. Shahbaz, G. Irshad, M. A. Iqbal. 2014. Additions of three hyphomycetous fungi to the hypomycetes of Pakistan. *Comunicata Scientiae* 5(3): 356-360.
- Sunariasih, N. P. L, I. K. Suada, N. W. Suniti. 2014. Identifikasi jamur endofit dari biji padi dan uji daya hambatnya terhadap *Pyricularia oryzae* Cav. secara *in vitro*. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika* 3(2): 51-60.
- Suryana, A., S. Mardianto, K. Kariyasa, I. P. Wardana. 2009. Kedudukan padi dalam perekonomian Indonesia. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi.
- Tan, R. X. dan W. X. Zou. 2001. Endophytes: a rich source of functional metabolites. *Natural Product Reports* 18: 448-459.
- Tarus, P. K., C. C. Lang'at-Thoruwa, A. W. Wanyonyi, S. C. Chhabra. 2003. Bioactive metabolites from *Trichoderma harzianum* and *Trichoderma longibrachiatum*. *Bulletin of the Chemical Society of Ethiopia* 17(2): 185-190.
- Utama, Z. H. 2015. Budidaya Padi pada Lahan Marjinal. CV. Andi Offset. Yogyakarta.
- Vinale, F., K. Sivasithamparam, E. L. Ghisalberti, S. L. Woo, M. Nigro, R. Marra, N. Lombardi, A. Pascale, M. Ruocco, S. Lanzuise, G. Manganiello, M. Lorito. 2014. *Trichoderma* secondary metabolites active on plants and fungal pathogens. *The Open Mycology Journal* 8: 127-139.
- Wahdania, I., Asrul, Rosmini. 2016. Uji daya hambat *Aspergillus niger* pada berbagai bahan pembawa terhadap phytophthora palmivora penyebab busuk buah kakao (*Theobroma cacao* L.). *e-Jurnal Agrotekbis* 4(5): 521-529.
- Walker, G. M. 2009. Yeasts. Dalam Schaechter, M. (Ed.). *Desk Encyclopedia of Microbiology* 2nd ed. Elsevier/Academic Press. London. p. 1174-1187.
- Wicaksono, D., A. Wibowo, A. Widiastuti. Metode isolasi *Pyricularia oryzae* penyebab penyakit blas padi. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika* 17(1): 62-69.
- Widiastutik, N., dan N. H. Alami. 2014. Isolasi dan identifikasi yeast dari rhizosfer *Rhizophora mucronata* Wonorejo. *Jurnal Sains dan Seni Pomits* 3(1): 11-16.
- Wilson, R. A. dan N. J. Talbot. 2009. Under pressure: investigating the biology of plant infection by *Magnaporthe oryzae*. *Nature Reviews Microbiology* 7: 185-195.
- Yulianti, T. 2012. Menggali potensi endofit untuk meningkatkan kesehatan tanaman tebu mendukung peningkatan produksi gula. *Perspektif* 11(2):111-122.



Tabel Lampiran 1. Analisis ragam presentase penghambatan jamur endofit terhadap pertumbuhan jamur *Pyricularia* sp. pada 4 HSI

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F hitung	F tabel
Perlakuan	10	6826,941	682,694	6,621*	2,30
Galat	22	2268,462	103,112		
Total	32	9095,403			

Keterangan: \*) Berbeda nyata apabila nilai f hitung > f tabel pada hasil analisis sidik ragam pada taraf kepercayaan 95% ( $\alpha=0,05$ )

Tabel Lampiran 2. Analisis ragam presentase penghambatan jamur endofit terhadap pertumbuhan jamur *Pyricularia* sp. pada 5 HSI

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F hitung	F tabel
Perlakuan	10	8189,731	818,973	8,308*	2,30
Galat	22	2168,649	98,575		
Total	32	10358,379			

Keterangan: \*) Berbeda nyata apabila nilai f hitung > f tabel pada hasil analisis sidik ragam pada taraf kepercayaan 95% ( $\alpha=0,05$ )

Tabel Lampiran 3. Analisis ragam presentase penghambatan jamur endofit terhadap pertumbuhan jamur *Pyricularia* sp. pada 6 HSI hsi

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F hitung	F tabel
Perlakuan	10	10018,617	1001,862	11,576*	2,30
Galat	22	1904,032	86,547		
Total	32	11922,649			

Keterangan: \*) Berbeda nyata apabila nilai f hitung > f tabel pada hasil analisis sidik ragam pada taraf kepercayaan 95% ( $\alpha=0,05$ )

Tabel Lampiran 4. Analisis ragam presentase penghambatan jamur endofit terhadap pertumbuhan jamur *Pyricularia* sp. pada 7 HSI

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F hitung	F tabel
Perlakuan	10	10399,745	1039,975	12,529*	2,30
Galat	22	1826,137	83,006		
Total	32	12225,883			

Keterangan: \*) Berbeda nyata apabila nilai f hitung > f tabel pada hasil analisis sidik ragam pada taraf kepercayaan 95% ( $\alpha=0,05$ )

Tabel Lampiran 5. Analisis ragam presentase penghambatan khamir terhadap pertumbuhan jamur *Pyricularia* sp. pada 4 HSI

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F hitung	F tabel
Perlakuan	3	1273,054	424,351	8,944*	4,07
Galat	8	379,560	47,445		
Total	11	1652,615			

Keterangan: \*) Berbeda nyata apabila nilai f hitung > f tabel pada hasil analisis sidik ragam pada taraf kepercayaan 95% ( $\alpha=0,05$ )

Tabel Lampiran 6. Analisis ragam presentase penghambatan khamir terhadap pertumbuhan jamur *Pyricularia* sp. pada 5 HSI

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F hitung	F tabel
Perlakuan	3	1183,333	394,444	7,282*	4,07
Galat	8	433,333	54,166		
Total	11	1616,667			

Keterangan: \*) Berbeda nyata apabila nilai f hitung > f tabel pada hasil analisis sidik ragam pada taraf kepercayaan 95% ( $\alpha=0,05$ )

Tabel Lampiran 7. Analisis ragam presentase penghambatan khamir terhadap pertumbuhan jamur *Pyricularia* sp. pada 6 HSI

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F hitung	F tabel
Perlakuan	3	807,147	269,049	6,794*	4,07
Galat	8	316,768	39,596		
Total	11	1123,916			

Keterangan: \*) Berbeda nyata apabila nilai f hitung > f tabel pada hasil analisis sidik ragam pada taraf kepercayaan 95% ( $\alpha=0,05$ )

Tabel Lampiran 8. Analisis ragam presentase penghambatan khamir terhadap pertumbuhan jamur *Pyricularia* sp. pada 7 HSI

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F hitung	F tabel
Perlakuan	3	922,850	307,616	5,666*	4,07
Galat	8	434,297	54,287		
Total	11	1357,148			

Keterangan: \*) Berbeda nyata apabila nilai f hitung > f tabel pada hasil analisis sidik ragam pada taraf kepercayaan 95% ( $\alpha=0,05$ )